

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“DETERMINACIÓN DEL PH Y CONCENTRACIÓN DE
METALES TOTALES DE LAS AGUAS DEL RÍO CHIMÍN,
DISTRITO CACHACHI - 2018 Y 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Tirado Ríos, Pool Herless

Valverde Gómez, Lenin

Asesor:

Mg. Ing. Flores Cerna, Juan Carlos

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Segundo y María, mi esposa Silvia Iris, mis hijos Jhon y Fabian, quienes me motivan a superarme cada día.

Tirado Ríos, Pool Herless

Dedico este trabajo a mis padres, Mars y María, mi esposa Aleida, mi hija Meghan, que día a día fueron mi mayor motivación para esforzarme y seguir adelante sin rendirme; sin ellos hubiese sido muy complicado lograr este nuevo objetivo.

Valverde Gómez, Lenin

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme durante el transcurso de mi carrera profesional, a mis padres Segundo José María y María Esther por el apoyo incondicional, al Ing. Juan Carlos Flores Cerna por su valioso asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo, a los Ing. de la Carrera de Ing. ambiental, Ing. Magda Velásquez, Ing. Marieta Cervantes, Ing. Edinson Saldaña, Ing. Irma Mostacero, Ing. Irma Horna por su enseñanza durante el desarrollo de los cursos en la carrera.

Pool Tirado Rios

Agradezco a Dios por acompañarme durante el transcurso de mi carrera profesional, a mis familiares, Compañeros y docentes, en especial a nuestro asesor Ing. Juan Carlos Flores por su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

Lenin Valverde Gomez

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo general.....	23
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
1.4. Hipótesis.....	23
1.4.1. Hipótesis general.....	23
1.4.2. Hipótesis específicas.....	24
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
2.1. Tipo de investigación.....	25
2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....	25
2.2.1. Materiales.....	25
2.2.2. Métodos.....	27
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	34
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	36
4.1. Discusiones.....	36
4.1.1. Valores de pH.....	36

4.1.2.	Concentración de Arsénico	37
4.1.3.	Cadmio	38
4.1.4.	Manganeso	39
4.1.5.	Cromo.....	40
4.1.6.	Níquel.....	42
4.1.7.	Plomo	43
4.1.8.	Cobre.....	44
4.1.9.	Hierro	46
4.1.10.	Zinc	47
4.2.	Conclusiones	49
	REFERENCIAS	50
	ANEXOS	554

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipificación de la investigación según los criterios mas importantes	25
Tabla 2. Requisitos para toma y recepción de muestra	29
Tabla 3. Puntos de muestreo.....	32
Tabla 4. Concentración de metales totales (mg/L) vs los ECAs durante la época de estiaje.....	34
Tabla 5. Concentración de metales totales (mg/L) vs los ECAs durante la época de Lluvia.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del Río Chimín, donde se muestran los cuatro puntos tomados estratégicamente.....	32
FIGURA 2 Comcomparación del potencial hidrogeno con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.....	35
FIGURA 3. Comparación del metal Arsénico con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017- MINAM.....	37
Figura 4. Comparación del metal Cadmio con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	38
Figura 5. Comparación del metal Manganeseo con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.....	39
Figura 6. Comparación del metal Cromo con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	40
Figura 7. Comparación del metal Níquel con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	42
Figura 8. Comparación del metal Plomo con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto .Supremo 004-2017- MINAM.....	43

Figura 09. Comparación del metal Cobre con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.....	44
Figura 10. Comparación del metal Hierro con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.....	47
Figura 11. Comparación del metal Zinc con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.....	47

RESUMEN

El estudio se realizó en época de lluvia y estiaje en las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019. Se tomaron cuatro puntos de muestreo (R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4). Se determinó el pH de las aguas del río Chimín, teniendo un promedio de 7,26 mg/L, encontrándose dentro del estándar de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM. También se determinó la concentración de nueve metales totales, encontrándose que, dentro de ellos, el Hierro tiene una concentración en promedio de 1,61 mg/L, el Cobre 0,61 mg/L y el Manganeseo 5,15 mg/L, siendo éstos 3 metales los que superan los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM. Los demás metales totales analizados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental.

Palabras clave: Metales totales, determinación, calidad, agua, contaminación, análisis, estándares de calidad ambiental.

ABSTRACT

The study was carried out in rainy season and runoff in the river “Chiminero” district of Cachachi from 2018 to 2019. For sampling points were taken (R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4). It was determined the pH of the river “Chiminero” having an average of 7,26 mg/L, finding in the environmental quality standard for the waters, category 3, subcategories D1 and D2 established in the Supreme Decree 004 – 2017 MINAM. Also it was determined the concentration of nine metals in total, finding that, inside them the Iron has a concentration of an average 1,61 mg/L, the copper 0,61 and the magnesium 5,15 mg/L, these three metals being the ones that exceed the environmental quality standards for waters, category 3, sub categories D1 and D2 established in the Supreme Decree 004-2017 MINAM. The other metals in total are found in to environmental quality standard.

Key words: Heavy metals, determination, quality, water, pollution, analysis, environmental quality standards.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo. Según Alarcón y Peláez (2012) los ríos alto andinos en el Perú constituyen un componente muy importante de los recursos hídricos del Perú, siendo la fuente principal de alimentación de lagos, humedales, embalses y zonas agrícolas. Hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas. La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales. Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del agua para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica (SENAMHI, 2007). El río Chimín recorre una distancia de 31 km y se encuentra a una altitud de 2130 m.s.n.m. ubicado al oeste de la provincia de Cajabamba (valle de Condebamba); es un río estacionario que tiene amenazas de contaminación permanente. A raíz de la explotación minera informal en el lugar de Algamarca existe una preocupación por parte de la población que utiliza las aguas del río Chimín para riego ya que este río se origina en las alturas de Chochoguera atravesando la zona de Algamarca para desembocar en el lugar conocido como Chimín. Los pobladores de este lugar se dedican a la actividad agropecuaria, la zona

es eminentemente productora de pastos, caña de azúcar y frutales; crianza de ganado vacuno y animales menores. En el sector de Chimín también se cultiva vegetales como lechuga, repollo, col, tomate, etc. que son alimentos que se consumen en estado crudo. Los aspectos como el clima, hidrología, geología fisiográfica y la influencia de actividades realizadas por el hombre en los ámbitos doméstico, industrial, minero, etc. afectan la calidad física, química y biológica de las aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales pudiendo generar alteraciones en su desarrollo biológico debido a la concentración de elementos tóxicos contenidos en el agua.

La calidad en cuanto a metales totales está dada por la concentración de metales totales comparados con los respectivos ECA, en este caso para agua clase III. Es por ello que se decide determinar la concentración de metales totales en las aguas del río Chimín del distrito de Cachachi, provincia Cajabamba con el fin de comparar dichos resultados con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de calidad ambiental.

A nivel internacional

Peris (2006) realizó estudios para determinar la cantidad de Hierro y Manganeseo en el río Paraná y el río Iguazú (Argentina), teniendo como resultados la presencia de estos elementos en altas concentraciones, cuyos efectos se manifiestan con presencia de coloración rojiza en el abastecimiento de agua potable de la provincia de Misiones (Argentina). Los resultados obtenidos indican que en un porcentaje importante de las muestras analizadas - tanto de aguas superficiales como subterráneas, los valores de concentraciones obtenidos superan los límites de 0,3 y 0,05 mg/L establecidos para el agua de bebida. Por otra parte, existe una correlación muy importante entre las

concentraciones de Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn) total, Hierro (Fe) total y soluble y la variación temporal de estos parámetros indican una fuerte dependencia del ciclo hidrológico, presentándose el valor máximo de concentración en correspondencia con el caudal mínimo (estiaje), debido posiblemente a un mayor aporte de la napa subterránea.

A nivel Nacional

Honorato (2016) realizó estudios de investigación en la subcuenca del río Grande, distrito y provincia de Cajamarca, Perú, entre diciembre del 2004 y noviembre del 2005; zona con actividad minera desde 1992. El rango altitudinal osciló entre 2 820 y 3 500 msnm. La importancia de la investigación reside en que el río Grande es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano de la ciudad de Cajamarca. Los objetivos fueron: cuantificar la presencia de metales totales en las aguas del río Grande y; determinar si su concentración supera los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Se evaluó ocho metales en ocho puntos predeterminados en el cauce del río Grande y algunos de sus tributarios. Las evaluaciones se hicieron cada 30 días, tanto en la estación seca como en la estación lluviosa. Si bien los resultados demuestran que en todos los puntos de monitoreo existen metales, no se puede concluir que sea debido a la actividad minera. El Plomo fue el único metal que en cinco puntos de monitoreo sobrepasó los Estándares de Calidad Ambiental para agua, siendo su máxima concentración en el punto RGR (0,246 mg/L, donde superó en 392 % al ECA. Asimismo, el Manganeseo excedió en la estación lluviosa en el punto RG2 (0,591 mg L⁻¹) con 18% y en el punto QE3 (0,533 mg/L) en la estación seca con 6,6 %.

Herrera y Heredia (2016) determinaron los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca durante los meses de setiembre y diciembre del año 2016 para luego compararlo con los ECAs para agua, se realizó un monitoreo en época de estiaje (Setiembre) y uno en época creciente (Diciembre) en dos puntos de muestreo (Río Porcón y Río Grande) utilizando el Método EPA 200.7, Revisión 4,4 con la técnica de Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo. Obteniendo como resultados que, la concentración de los metales pesados en época de estiaje y época creciente respectivamente fue: Aluminio (0,615 mg/L, 0,086 mg/L); Cd (¹ <LCM, <LCM); Fe (1,021 mg/L, 1,680 mg/L); Pb (0,004 mg/L, <LCM) y Zn (0,06 mg/L, 0,027 mg/L).

Izquierdo y Verástegui (2017) determinó la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Hg y Pb en el agua de la cuenca baja del Río Jequetepeque, como hipótesis se plantea que la concentración de los metales pesados Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en el agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, supera a los estándares de calidad del agua - categoría 3. El método de investigación aplicada es de carácter descriptivo y comparativo. Se tomó como muestra un litro por cada una de las 6 estaciones de monitoreo en época de lluvia, así como en época de estiaje (12 muestras). Los resultados fueron concentraciones menores a los estándares establecidos por el D.S. N°015-2015-MINAM para aguas superficiales categoría 3 (D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo y D2: bebida de animales) y solo fue detectada la presencia de los siguientes metales pesados: El Arsénico, en dos puntos de muestreo (P4: 0,001 mg/L y P5: 0,003 mg/L) Cadmio en cinco diferentes puntos de muestreo (P2, P3, P4, P5 y P6 con 0,001 mg/L) y Plomo en dos puntos de muestreo (P3: 0,004 mg/L y P6: 0,007 mg/L) estas concentraciones

respecto al mes de mayo (época de lluvia), mientras que en el mes de noviembre (época de estiaje) los valores de la concentración de estos metales fueron : Arsénico, en tres puntos de muestreo (P1: 0,004 mg/L, P2: 0,005 mg/L y P4: 0,006 mg/L) y Plomo en dos puntos de muestreo (P3: 0,003 mg/L y P6: 0,004 mg/L). Finalmente, en ninguno de los puntos muestreados se encontró presencia de metales pesados como: el Cromo y el Mercurio.

Rojas y Paez (2015) determinaron la concentración de Hierro en agua de riego de cultivo impactadas por la minería artesanal en el centro el Toro, Shiracmaca – Huamachuco, la Libertad 2012-2013; mediante un estudio descriptivo de la concentración de mercurio en agua de riego de ríos aledaños al cerro el Toro. En la determinación de Hierro en agua de riego, en las cinco muestras se obtuvo promedios de M1 (0,315 mg/L); M2 (0,27 mg/L); M3 (0,195 mg/L); M4 (0,15 mg/L); M5 (0,05 mg/L) presentando todas las muestras concentraciones menores a los límites críticos permisibles, siendo este de 1 a 5 mg/L de Hierro total en los suelos.

Según Vargas y Chira (2006) en cuanto a los resultados e interpretación de la calidad de aguas del Río Chancay, desde cabeceras de cuenca hasta confluencia con el Río Chiato, los valores caracterizan un sector en que se dan condiciones de un drenaje ácido de roca (DAR) por encima de los permisibles, focalizado en el prospecto minero Tantahuatay. En ninguna estación se detectó presencia de Cromo ni mercurio. Se muestran también los resultados de la Cuenca media, desde la confluencia del Río Chancay con el Río Chiato hasta el repartidor La Puntilla. La composición promedio de la caracterización química presenta un carácter bicarbonatado cálcico. Sobre el prospecto minero Tantahuatay las aguas son de tipo sulfatado cálcico. Pese al sector crítico de Tantahuatay, donde se detectó un drenaje

ácido de roca, ello se neutraliza con la presencia de calizas. Hay niveles de Hierro, Níquel y Cobre que sobrepasan los de calidad de aguas, según la legislación. En las localidades de Popa, San Juan de Licupis y Cuculí Viejo, los límites de calidad del agua superan en Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Plomo (Pb). Los sedimentos de escorrentía exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP) en los prospectos mineros Tantahuatay (en Cu) y La Zanja. Se recomienda un estudio de especiación química en zonas donde los niveles de calidad del agua hayan sido superados para establecer la biodisponibilidad para el consumo doméstico y agropecuario.

Cristobal (2018) caracterizó los parámetros de campo y metales pesados en un sector del río Chalhuanca, en tres estaciones de muestreo: CAC-07, CAC-08 y CAC-09 en los meses de enero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, setiembre, octubre, y noviembre. La metodología usada para el muestreo fue según protocolo establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El análisis fisicoquímico se realizó con el equipo multiparámetro WTW; los metales pesados se analizaron según métodos estandarizados (EPA Method 200.7, Rev 4,4 EMMC. Determination of Metals and trace Elements in Water by Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry, 1994) en un laboratorio acreditado por Instituto Nacional de Calidad (INACAL). La Conductividad registrada en las estaciones de monitoreo CAC-07 oscila entre 89,4 – 124,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, CAC-08 oscila entre 35,9 – 62,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y CAC-09 oscila entre 44,4 – 60,7 en los nueve (9) meses de evaluación, las concentraciones se encuentran por debajo de los valores establecidos, la concentración de oxígeno disuelto registrada en las estaciones de monitoreo CAC-07 oscila entre 5,3 – 11,2 mg/L, en CAC-08 oscila entre 4,6 – 10,7 mg/L y en CAC-09 oscila entre los 4,2 - 10.7 mg/L, en los nueve (9) meses de evaluación; las concentraciones se encuentran

por encima de los valores mínimos establecidos. El valor de pH registrado en las estaciones de monitoreo CAC-07 oscila entre 8,15 – 8,77 unidades de pH, en CAC-08 oscila entre 7,81 – 8,87 Unidades de pH y CAC-09 oscila entre 7,82 – 8,70 Unidades de pH en los nueve (9) meses de evaluación, las concentraciones se encuentran fuera del rango y las concentraciones de los metales pesados Cromo, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo se encuentran por debajo de los valores de los estándares de calidad ambiental para agua, categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales.

Chata (2015) determinó la relación de metales pesados Mercurio (Hg), Arsénico (As), Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en agua y leche de la cuenca del Río Coata 2015. El tipo de estudio fue de tipo trasversal, el método que se aplicó fue EPA por espectrofotometría de absorción atómica-llama, se analizó seis muestras de agua y seis muestras de leche a través de la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, para la prueba de hipótesis se aplicó correlación de rangos o de Spearman. Las concentraciones de mercurio en agua fueron inferiores a 0,00020 mg/L, la concentración promedio de Arsénico fue 0,048 mg/L, en el caso del Plomo la concentración promedio fue de 0,014 mg/L y en el análisis de Cadmio los resultados fueron inferiores a 0,00050 mg/L ninguno de los metales pesados analizados en muestras de agua superan los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el Ministerio del Ambiente Peruano.

Dalmiro, Cornejo y Pacheco (2014) Seleccionó 13 puntos de muestreo, dividido en tres sub cuencas: Azángaro (seis puntos), Ayaviri (cuatro puntos) y Ramis (tres puntos). El monitoreo se realizó en cuatro épocas del año 2009, para evaluar la

variación estacional de los parámetros elegidos Arsénico (As), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb). En cada punto se colectó muestras de aguas y sedimentos, realizando determinaciones analíticas in situ (pH, T° y Conductividad) y determinaciones analíticas en el laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Mayor de San Marcos (UMSA). Los análisis de agua reportaron concentraciones por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua (ECA-Peru): Arsénico (máx 0,080 mg/L); y Plomo (máx 0,076 mg/L). Así mismo, en sedimentos se reportó concentraciones por encima de los límites permitidos (USEPA-USA): Arsénico (máx 152 mg/kg), mercurio (máx 0,140 mg/kg) y Plomo (máx 55 mg/kg), Estas variaciones son producto del uso desmedido de mercurio en recuperación del oro en la Rinconada y Ananea, que generan, además, grandes cantidades de sólidos en suspensión y como consecuencia sedimentos superficiales. Los pasivos mineros de la mina Cecilia (Plomo-Zinc), San Rafael y Arasi estarían contribuyendo a los procesos de contaminación registrados.

Pari (2017) evaluó los efectos (de acuerdo a los ECAs para aguas) por derrame de relaves mineros en la calidad del agua del río Ananea (micro cuenca Alto Azángaro) los cuales contienen metales pesados. Para lo cual se aplicó técnicas como la toma de muestras de agua superficial en cinco puntos estratégicos, programando dos campañas de muestreo; una en épocas de lluvia (marzo) y otra en épocas de estiaje (junio). Las concentraciones de metales pesados se determinaron por el método de espectrometría de emisión atómica EPA METHOD 200.7 en el Laboratorio de Ensayo y control de calidad de la facultad de ciencias Farmacéuticas, Biológicas y Biotecnológicas de la Universidad Católica de Santa María – Arequipa; los resultados muestran que las concentraciones más altas se registraron en el punto de

muestreo M-1 con Aluminio en 96,780 mg/L y Hierro en 131,900 mg/L. para la época de estiaje y similar en la época de lluvias con concentraciones más altas en el punto de muestreo M-1 con Aluminio en 41,416 mg/L y Hierro en 63,785 mg/L. Estas concentraciones se encuentran muy por encima de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas. Del mismo modo se identificó el punto más crítico y vulnerable a la contaminación en el área de estudio con los metales pesados que están por encima de los ECAs, teniendo el punto de muestreo M-1 como el más crítico por metales.

Quecaño (2018) determinó los metales tóxicos en el río Crucero – San Antón, que tiene como fuente contaminante a las mineras que desembocan sus aguas residuales con la finalidad de evaluar el grado de contaminación. La metodología aplicada fue de tipo cuantitativa-analítico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Fe supero los niveles máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de las actividades minero – metalúrgicos en la época de estiaje en los puntos muestrales N°01, N°02 y N°04 con una concentración de 7,96 mg/L; 2,75 mg/L; 1,83 mg/L y en la época de precipitación también superan los niveles máximos permisibles en los siguientes puntos de muestreo N°01, N°02, N°03, N°06 con una concentración de 1.65 mg/L; 2,69 mg/L; 5,42 mg/L; 3,39 mg/L y en cuanto al elemento de Hg superó los niveles máximos permisibles en época de precipitación en los puntos de muestreo N°01, N°03, N°06 con una concentración de 0,00680 mg/L; 0,00193 mg/L; 0,00722 mg/L. También se encontraron elementos como: As, Cd, Cr, Pb, Cu y Zn que están por debajo de los niveles máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de las actividades minero – metalúrgicos. Establecido mediante el D.S N° 010-2010-MINAM. Se concluyó que la contaminación del área en estudio es alta, debido a que

algunos elementos como Fe y Hg se encuentran por encima de los estándares establecidos en algunas zonas del estudio realizado. Los datos obtenidos fueron del laboratorio Analíticos del Sur, registrado en INACAL de la ciudad de Arequipa.

El presente estudio tiene las siguientes definiciones conceptuales:

a) Metales pesados

Baird y Cann (2014) mencionan: “Los metales pesados son los elementos químicos, cuyo peso atómico se encuentran comprendidos entre 63,55 (Cu) y 200,59 (Hg), además de tener un peso específico superior a 4 (g/mL)”.

Cornelis y NORDBERG (2007) nos explica que la definición exacta de metales pesados no está establecida por la comunidad científica, entre sus definiciones aplica la gravedad específica y nos dice que el metal pesado es aquel metal con gravedad específica de mayor a 5 (g/mL); sin embargo, no nos ayuda en estudios de los efectos toxicológicos que algunos metales tienen sobre el medio ambiente y los seres vivos, por lo que plantea que los metales pesados son el grupo de metales o metaloides asociados a la contaminación y toxicidad potencial.

Arce (Como se citó en De La Rosa, 2014) clasifica los metales pesados en dos grupos, el primero son los oligoelementos o micronutrientes que son los requeridos en pequeñas cantidades y son necesarios para que los organismos completen su ciclo vital y son los siguientes: Arsenio (As), Boro (B), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Manganeseo (Mn), Níquel (Ni), Selenio (Se) y Zinc (Zn), la ausencia de estos micronutrientes causa enfermedades y su exceso intoxicaciones. El segundo grupo de metales pesados son los que no tienen función biológica y su presencia en determinadas cantidades en los seres vivos genera disfunciones, produciendo inhibición de las

actividades enzimáticas, son muy tóxicos y se acumulan en el organismo de seres vivos, en este tenemos los siguientes elementos: Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Antimonio (Sb), Bismuto (Bi).

b) Contaminación con metales

Rosas (2015) menciona que el nivel de toxicidad potencial y la biodisponibilidad que un metal pesado presenta para el medio ambiente, básicamente depende de muchos factores bióticos y abióticos, los metales pesados son propios de la naturaleza y tienen peso molecular alto, teniendo efectos negativos para la salud y el medio ambiente cuando se encuentran en concentraciones altas.

Según Rosas (2015) las contaminaciones por metales pesados tienen su origen en los sistemas acuáticos continentales (ríos, lagos, embalses, etc.) y dicha contaminación se da por compuestos o elementos incorporados por la actividad humana, como, por ejemplo, en los lixiviados de los terrenos de cultivos en los que se ha producido una acumulación previa de dichos elementos debido al abuso de pesticidas, fertilizantes y desechos orgánicos. Además, la contaminación de origen industrial, es una de las principales fuentes de metales pesados en las aguas residuales que en muchos casos usan los cauces fluviales como vertederos y por lo general estos vertimientos no son sometidos a procesos de depuración o su tratamiento es inadecuado. Tenemos también la contaminación doméstica y urbana, donde sus aguas residuales son portadoras de metales pesados en las excreciones, restos de alimentos, aguas de lavado, etc. Las emanaciones gaseosas de los automóviles generan una gran cantidad de metales pesados como el Plomo (Pb) debido a la combustión de la gasolina y el

Zinc (Zn) por el desgaste de los neumáticos y pueden llegar a los sistemas acuáticos por precipitación en las lluvias.

Para Cervantes y Moreno (como se citó en Pari, 2017), por lo general se acepta que son aquellos elementos cuya densidad es mayor a 5 g/cm^3 , y para la mayoría de los organismos es extremadamente toxica la exposición a un exceso de metales pesados como el Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Níquel (Ni) y Plomo (Pb). Tradicionalmente se llama metal pesado a aquel elemento metálico que presenta una densidad superior a 5 g/cm^3 , aunque a efectos prácticos en estudios medioambientales se amplía esta definición a todos aquellos elementos metálicos o metaloides, de mayor o menor densidad, que aparecen comúnmente asociados a problemas de contaminación. Algunos de ellos son esenciales para los organismos en pequeñas cantidades, como el Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), Cobalto (Co), Arsénico (As), Vanadio (V), Cobre (Cu), Níquel (Ni) o Molibdeno (Mo), y se vuelven nocivos cuando se presentan en concentraciones elevadas, mientras que otros no desempeñan ninguna función biológica y resultan altamente tóxicos, como el Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) o el Plomo (Pb).

Manganeseo

Peris (2006) menciona que el Manganeseo (Mn) no tiene olor ni sabor, de color plateado en condición puro, sin embargo, en el ambiente se encuentra combinado con otras sustancias como oxígeno, azufre y cloro. El alto contenido de Manganeseo puede causar diarrea en el ganado, se acumulan en el hígado y sistema nervioso, además de dificulta la síntesis de hemoglobina y el depósito de calcio y fósforo en los huesos.

Hierro

Peris (2006) menciona que el Hierro (Fe) es un metal muy común que se encuentra en las rocas y el suelo, por lo general en forma insoluble, pero debido a sus reacciones complejas se puede crear formas solubles del Hierro que pueden contaminar cualquier fuente de agua por lo que el Hierro es un fenómeno común en aguas subterráneas. Niveles de Hierro por encima de 0,3 mg/L pueden propiciar el crecimiento de bacterias con afinidad al Hierro, lo que resulta olores fétidos, además de causar el sabor a óxido en la leche.

Cobre

El Cobre es un metal rojizo que ocurre naturalmente en el ambiente, pero a bajos niveles. Este metal a altas concentraciones, puede producir efectos nocivos, como por ejemplo irritación de la nariz y los ojos, náuseas, diarreas y calambres estomacales. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2002).

Según Quecaño (2018) el Cobre se encuentra asociado a minerales sulfurosos simples y complejos, los cuales son fácilmente solubles a los procesos intemperismo, especialmente en ambientes ácidos, también tiene una gran habilidad para interactuar químicamente con compuestos minerales y orgánicos del suelo. Los iones de Cobre precipitan fácilmente con aniones como sulfuros, carbonatos e hidróxidos.

Arsénico

El Arsénico está ampliamente distribuido en la corteza terrestre, sus formas más comunes son el sulfuro de Arsénico o los arseniatos de metales.

El Arsénico llega al agua a través de la disolución de minerales, desde efluentes industriales y vía deposición atmosférica. En aguas superficiales bien oxigenadas, el Arsénico (V) es generalmente la especie más común; bajo condiciones de reducción tales como las que se presentan en sedimentos de lagos profundos o aguas subterráneas, la forma más predominante es el Arsénico (III). Un incremento del pH puede incrementar la concentración de Arsénico disuelto en el agua Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011).

Cadmio

No es un elemento esencial para la vida del hombre; se encuentra en partes específicas del mundo, el Cadmio se produce como un subproducto de la extracción del Zinc, su uso principalmente se da en la fabricación de soldaduras, aleaciones, revestimientos metálicos, minerales plásticos. El Cadmio puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades que pueden entrañar serios riesgos para la salud humana, causando cáncer, enfermedades renales, disminución de fertilidad y malformaciones genéticas Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2019).

Según García 2008 (Citado en Basualdo y Yacila, 2015) la contaminación de las aguas superficiales con este metal pesado puede provenir de la corrosión de los tubos galvanizados, de la erosión de depósitos naturales, de los efluentes de refinерías de metales o de líquidos de escorrentía de baterías usadas o pinturas. Muchos pigmentos usados para la coloración de plásticos o la formulación de pinturas contienen concentraciones elevadas de cadmio. Este metal pesado es potencialmente tóxico y su ingestión tiene efectos acumulativos en el tejido del hígado y los riñones. Por otro lado, según la Organización Mundial de la Salud

(OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de Canadá son 0,003 mg/L y 0,005 mg/L, respectivamente. Sin embargo, dado el poder bioacumulativo del cadmio, se recomienda que la concentración en el agua tratada sea la menor posible.

Cromo

Según Quer, B. 1983 (Citado en Mozo, 2012) existen referencias sobre el cromo; que indican que es un metal pesado que reacciona químicamente con valencias II, III y VI (Cr^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+}) siendo este último de gran poder tóxico y el más difícil de oxidar o eliminar de los organismos vivos. El cromo III y el cromo VI o cromo hexavalente, en particular son desnaturalizadores de proteínas y precipitan ácidos nucleicos; además son de acción cancerígena sobre los pulmones y el aparato digestivo.

Los diversos compuestos de este elemento, pueden atravesar la placenta, lo cual representa un alto riesgo para los embriones y fetos. La intoxicación aguda con compuestos del cromo hexavalente, se manifiesta, por ejemplo, en lesiones renales, mientras que la intoxicación crónica, puede producir mutaciones en el tracto gastrointestinal, así como acumulación del elemento en el hígado, riñón, glándula tiroidea y en la médula ósea, según Díaz y García, 2003 (Citado en Mozo, 2012)

Mercurio

Según PNUMA, 2002., CONAMA, 2009 (Citado en Aparicio, 2015) el mercurio (Hg), en su forma pura o elemental, es un metal pesado, brillante y líquido, que a temperatura ambiente se evapora formando vapores de mercurio, que son

incolores e inodoros cuya formación se incrementa conforme la temperatura aumenta

Por otro lado según (Kehrig, 2008., PNUMA 20013., (Citado en Aparicio, 2015) los compuestos inorgánicos de mercurio, también llamados sales de mercurio surgen de la combinación de éste con elementos como cloro, azufre y oxígeno. Al combinarse con el carbono los compuestos son llamados compuestos orgánicos de mercurio, siendo el más común de ellos el metil-mercurio (CH_3Hg I, comúnmente simbolizado como MeHg. La mayoría de autores concuerda en que ésta es la fase en la cual el mercurio se encuentra más disponible para ser absorbido por los seres vivos, al contar con un radical orgánico que le permite reaccionar con los tejidos; por ello, representa la casi totalidad del mercurio presente en el tejido de peces.

Níquel

Según Quilodrán., 2002 (Citado en Jimenez, 2012) el Níquel (Ni) se encuentra en el aire, suelo, agua, alimentos y utensilios domésticos, es un micronutriente esencial para mantener la salud en ciertas especies de plantas y animales. La ingesta o inhalación de Níquel es común, al igual que la exposición dérmica. La contaminación por Níquel a partir de actividades antropogénicas ocurre localmente por emisiones de minas, procesos y operaciones de refinería, quema de combustibles fósiles, niquelado de metales y manufactura de aleaciones.

Según Rodríguez (2017) en pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es ingerido en muy altas cantidades puede ser peligroso para la salud humana. La exposición a este provoca afecciones en la piel cuando se produce el contacto con agua contaminada y la toma de altas cantidades puede provocar

mareos después de la exposición al gas de níquel, embolia de pulmón y fallos respiratorios. También provoca defectos de nacimiento, asma, bronquitis crónica, desórdenes del corazón y reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas; mayormente de las joyas. La contaminación con níquel está asociada a diversos tipos de cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata.

Plomo

Jimenez (2012) afirma: una vez depositado en el suelo, el Plomo queda en su mayor parte retenido en la capa superficial (2-5 cm de profundidad), especialmente en suelos con un contenido en materia orgánica superior al 5% y un pH mayor a 5. El plomo no se lixivia fácilmente hacia las capas profundas del subsuelo y hacia el agua subterránea excepto en medios muy ácidos. El plomo se adsorbe fuertemente en suelos y sedimentos, especialmente a las arcillas, limos y óxidos de Hierro y Manganeseo, esta adsorción se debe tanto a interacciones electrostáticas como a la formación de enlaces específicos. Según

Cristobal (2018) afirma: “Las fuentes naturales de contaminación por plomo no suelen ser significativos. Sin embargo, se observa una estrecha correlación entre la actividad industrial y la contaminación por plomo ambiental”.

Matte (2003) Afirma: el Plomo trastorna fundamentalmente los procesos bioquímicos de prácticamente todas las células y los sistemas del organismo. Se une a las proteínas, particularmente a aquellas de los grupos del sulfidrilo, de tal manera que puede alterar su estructura y su función, o bien competir con otros metales en los sitios de enlace. Puesto que el Plomo es químicamente similar al Calcio, por lo que interfiere con diversos procesos dependientes de éste.

Zinc

El zinc es un metal muy abundante en la corteza terrestre, con una concentración media de 70 g/g. En aguas superficiales se encuentra en forma inorgánica, iónica o coloidal, siendo las especies más frecuentes Zn^{2+} , $Zn(OH)^+$ y $ZnCl^{3-}$. Sus compuestos poco solubles (hidróxidos y carbonatos) tienen capacidad de adsorberse fuertemente sobre sedimentos y lodos en el fondo del lecho de los cauces hídricos (Marín, 2003). Este elemento puede presentar niveles significativos en el medio acuático debido a las deyecciones de animales y personas Al-Saleh y Al-Doush (1998), por otro lado, según Parson, (1977) estudios realizados se ha demostrado que una persona adulta excreta entre 7 y 20 mg/l de zinc al día.

c) pH

El pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes hidrógeno $[H^+]$ presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrógeno" Gonzales (Citado en Pari 2017)

El pH se mide entre 0 a 14 en solución acuosa, siendo acidas las soluciones con pH menores de 7 y básicamente las mayores de 7. El pH igual a 7 indica la neutralidad de una sustancia. Las aguas naturales pueden tener pH ácido debido al SO_2 y CO_2 disueltos en la atmosfera, CO_3 de los suelos calizos, porque provienen de los seres vivos o por el ácido sulfúrico procedente de algunos minerales. Las aguas contaminadas con zonas de descargas industriales pueden tener un pH muy ácido EPA (Citado en Pari 2017)

d) El Agua

Según la Organización Mundial de la Salud, el agua es la sustancia que más abunda en la tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. La mayor reserva de agua está en los océanos, que contienen el 97% del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales (OMS:2013) Es el componente que aparece con mayor abundancia en la superficie terrestre (cubre cerca del 71% de la corteza de la Tierra). Es un recurso renovable hoy en nuestros días limitado y siendo afectado por el deterioro ambiental, la contaminación y el mal uso al que se le ha expuesto. Es un recurso natural del cual sólo un 3% es aprovechable por cuanto el agua dulce apta para el consumo humano y fines productivos (el resto corresponde a tipos de agua proveniente de glaciares y aguas marinas)

Calidad de Agua

Según Villena (2014) la calidad del agua es un valor ecológico esencial para la salud y para el crecimiento económico. En el Perú, por su naturaleza mineralógica debido a la presencia del sistema montañoso de los Andes y por su economía dependiente de la actividad extractiva de minerales, se generan condiciones para la dispersión de contaminantes químicos, especialmente metales, que alcanza incluso al agua potable, determinando una exposición generalizada de la población a un riesgo crónico que ya empieza a ser inmanejable. La contaminación de las cuencas expone a las personas, al cadmio en la parte norte del Perú, al plomo en la central y al arsénico en el sur. El

tratamiento fisicoquímico es cada vez más costoso para las empresas de agua potable. En ese contexto, los conflictos socio ambientales tienen en la presencia de metales pesados en sangre una evidencia suficiente para generar climas adversos para la economía y retraso en las inversiones, resultando en un círculo vicioso difícil de resolver. El análisis de las dos causas: naturaleza mineralógica y extracción minera, debe profundizarse para lograr una adecuada solución que priorice la salud de las personas, pero que a su vez también, promueva las inversiones para el crecimiento económico.

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, establece que Estándares de Calidad Ambiental, son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas.

Marco legal

La Ley General Del Ambiente, Ley N° 28611

Sintetiza el desarrollo normativo ambiental precedente, incorporando nuevas tendencias e instituciones jurídicas. A diferencia de su antecedente, desarrolla una mejor sistemática, para el Título IV sobre la responsabilidad por daño ambiental.

Decreto Supremo 004-2017-MINAM

"Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua". Publicado el 07 de junio del 2017.

Artículo 1.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

El Estándar de Calidad Ambiental – ECA, es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (Ley General del Ambiente N° 28611).

Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales R. J. N° 010 – ANA (2016)

Punto 6.3. Tipos de muestra, ítem a. menciona, muestra simple o puntual, A esta muestra también se le denomina discreta. Consiste en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan

las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección.

Autoridad Nacional de Agua, Evaluación de recursos hídricos en la cuenca del Crisnejas (2015)

El río Chimín es afluente del río Condebamba y este a su vez es uno de los principales afluentes del río Crisnejas.

Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales R. J. N° 056 ANA (2018)

Artículo 4.- Aplicación de los estándares de calidad ambiental para agua en cuerpos naturales no categorizados. En tanto esta autoridad no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua a través del procedimiento de clasificación, se aplica la categoría del recurso hídrico al que este tributa.

El río Crisnejas pertenece a la categoría 3, con el código UH 49898, de la unidad hidrográfica Cuenca Crisnejas

1.2. Formulación del problema

Pregunta general:

- ¿Cuál es el pH y concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el pH y concentración de metales totales en época de estiaje y de lluvia de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el pH en época de estiaje y de lluvia de los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4
- Determinar la concentración de metales totales en época de estiaje y de lluvia en los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4
- Comparar el pH y la concentración de metales totales en época de estiaje y de lluvia de los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4 con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- El pH y la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El pH de los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.
- Las concentraciones de Arsénico (As), Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Hierro (Fe), Cromo (Cr) y Zinc (Zn) en los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según los criterios más usados por los investigadores, la investigación se tipifica como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 1

Tipificación de la investigación según los criterios más importantes

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estratégica o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa
Objetivos (alcances)	Descriptiva/ explicativa
Fuente de datos	Primaria (con datos de campo)
Control en el diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Longitudinal.
Contexto donde se realizará	Campo
Intervención disciplinaria	Multidisciplinaria.

Fuente: Vieytes (2004)

2.2. Materiales, instrumentos y métodos

2.2.1. Materiales

a) Material Cartográfico

- Tablero
- Ficha de campo
- Etiquetas para la identificación de muestras
- Cadena de custodia

- Soga
- Balde plástico y transparente
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Frascos de polipropileno de alta densidad
- Frascos de vidrio
- Coolers
- Reactivos para preservación de muestras
- Gotero
- Pipetas
- Agua destilada

b) Equipos

GPS: Marca Garmin Oregón 650

- Pantalla táctil que puede leerse a la luz del sol, de 3", con orientación doble
- Cámara con enfoque automático de 8 megapíxeles con flash/linterna LED
- Mapa base mundial con relieve sombreado
- Brújula de 3 ejes con sensores de acelerómetro y altímetro barométrico
- Sistema de batería doble: 2 pilas AA o pack de batería NiMH recargable.

Potenciómetro: pH-009 (III)

- Rango: 0,00 – 14,00 pH 0°C – 55 °C
- Resolución: 0,01 pH 0,1 °C
- Exactitud: $\pm 0,1$ pH ± 1 °C
- Batería: 4 x 1.5V (AG- 13 button cell)
- Duración: 500 horas

- Dimensiones: 170 mm x 36 mm x 23 mm
- Peso: 91 g

c) Indumentaria

- Guantes descartables
- Botas de jebe
- Chaleco
- Gorra

2.2.2. Métodos

Calibración de Equipos en Campo

Los instrumentos utilizados para medir los datos de campo han sido calibrados antes de medir y anotar los resultados. La calibración se realizó con la solución buffer correspondiente.

Procedimiento de Muestreo en Campo

Cadena de custodia

Es un formato que nos facilitó el laboratorio para evidenciar, verificar, mantiene, documenta la posición de la muestra desde la hora en que fue tomada hasta llegar al laboratorio (ANEXO 5).

pH

Al igual que con el anterior, primero lo calibramos en la solución buffer 4.006, luego lavamos el electrodo con agua destilada y agua a evaluar, luego se secó el electrodo con papel toalla; para luego tomar la medida en el cauce del río; esperamos que estabilice el marcador y anotamos el resultado de pH.

Metales totales

Consideraciones generales.

- Los frascos requeridos fueron de polietileno (primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.
- Todos equipos fueron debidamente calibrados.
- Las muestras se almacenaron a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Los preservantes químicos usados fueron el ácido clorhídrico y el ácido nítrico. Se tuvo mucho cuidado en su manipulación.
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras fueron apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- Se llenaron los registros de cada muestra recolectada (ficha de muestreo) y se identificó cada frasco (etiquetado).

Toma de muestra

- Para la toma de muestras en ríos se evitó las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestra se realizó en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- La toma de muestras, se realizó en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.

- Se consideró un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.
- En el caso de la toma de muestra para determinar metales totales, se utilizaron frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Se abrió el envase y se sumergió a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.
- En la toma de muestra para determinar mercurio y Arsénico se empleó frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad. Se abrió el envase y se sumergió a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego se usó preservante; así mismo se mantuvo la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Para la toma de muestras para los parámetros físicos e iones se utilizaron frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no se usó preservante y se conservó en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

Medición de parámetros en campo:

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto seguimos las recomendaciones establecidas por la Asociación Americana de Salud Pública APHA (1992)

Tabla 2

Requisitos para toma y recepción de muestras.

Ensayo	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra	Preservación desde la toma de muestra	Tiempo máximo para transporte
pH		Medido en campo		
metales (5)	P (A) ⁽²⁾ no tapa de metal	1000 mL	Agregar 3 mL de HNO ₃ hasta pH<2, refrigerar a 4 °C	3 meses
Mercurio	Vidrio borosilicado	500 mL	Agregar 2,5 mL de HCl	28 días

Fuente: American Public Health Association (APHA, 1992)

P(A)⁽²⁾: plástico alta densidad enjuagado con 1 + 1 ácido nítrico

Identificación de las muestras de agua

- Los recipientes se identificaron antes de la toma de muestra con una etiqueta escrita con letra clara y legible, la cual fue protegida con cinta adhesiva transparente consignándose la siguiente información:
 1. Número de muestra (referido al orden de toma de muestra).
 2. Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
 3. Origen de la fuente.
 4. Descripción del punto de muestreo.
 5. Fecha y hora de la toma de la muestra.
 6. Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
 7. Tipo de análisis requerido.
 8. Nombre del responsable del muestreo.

Se llenó una botella de plástico de 1 litro con etiqueta evitando aireación, luego se agrega ácido nítrico 25 gotas con la finalidad de obtener un pH de la muestra menor a 2; se tapa el frasco con una tapa rosca de plástico para evitar que se

derrame la muestra durante el transporte. Se seca el envase con papel toalla y lo colocamos en el cooler junto con el ice pack para mantener la temperatura a 4 °C.

Para el caso del metal Mercurio (Hg), Se llenó una botella de vidrio borosilicado tomándose ½ litro de muestra evitando aireación y seguidamente se le añadió 2,5 mL de ácido clorhídrico (HCl).

Análisis en laboratorio

Las muestras fueron llevadas al laboratorio elegido para este estudio que fue NKAP, es un laboratorio acreditado, para determinar la concentración de metales totales y conductividad. Los resultados obtenidos en campo y de laboratorio se compararon con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

a) Análisis y contrastación de datos

Las muestras fueron tomadas en los meses de julio, setiembre teniendo en cuenta la época de estiaje, diciembre y marzo en época de lluvia, dichas muestras se llevaron al laboratorio elegido para este estudio y así se determinó la concentración de metales totales.

b) Topografía

Los rasgos fisiográficos del área corresponden íntegramente a la cordillera occidental caracterizada por una topografía variada con áreas fuertemente disectadas por ríos y quebradas donde las altitudes varían entre los 2 500 m.s.n.m. y los 3 350 m.s.n.m.

c) Muestra

Cada punto que se identificó para muestreo.

d) Población

El río Chimín.

Tabla 3

Puntos de muestreo.

Código de campo	Origen de la fuente	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Altitud	UTM	
							Este	Norte
RCH-1	Río Chimín	Antes de la zona de influencia – Puente a Nuevo Chichir	Algamarca	Cachachi	Cajabamba	2 649 msnm	815 869	9 155 845
RCH-2	Río Chimín	Aprox a 2 km aguas arriba del puente Calluan al río Chimín	Calluan	Cachachi	Cajabamba	2 257 msnm	802 846	9 162 093
RCH-4	Río Chimín	Entrada del río al sector Chimín	Chimín	Cachachi	Cajabamba	2 117 msnm	810 833	9 166 253
RCH-3	Río Calluan	Aprox a 2 km aguas arriba del puente Calluan al río Calluan	Calluan	Cachachi	Cajabamba	2 278 msnm	806 846	9 163 425

Identificación: los puntos de muestreo, se identificaron y reconocieron, de manera que permitió su ubicación exacta en muestreos futuros.

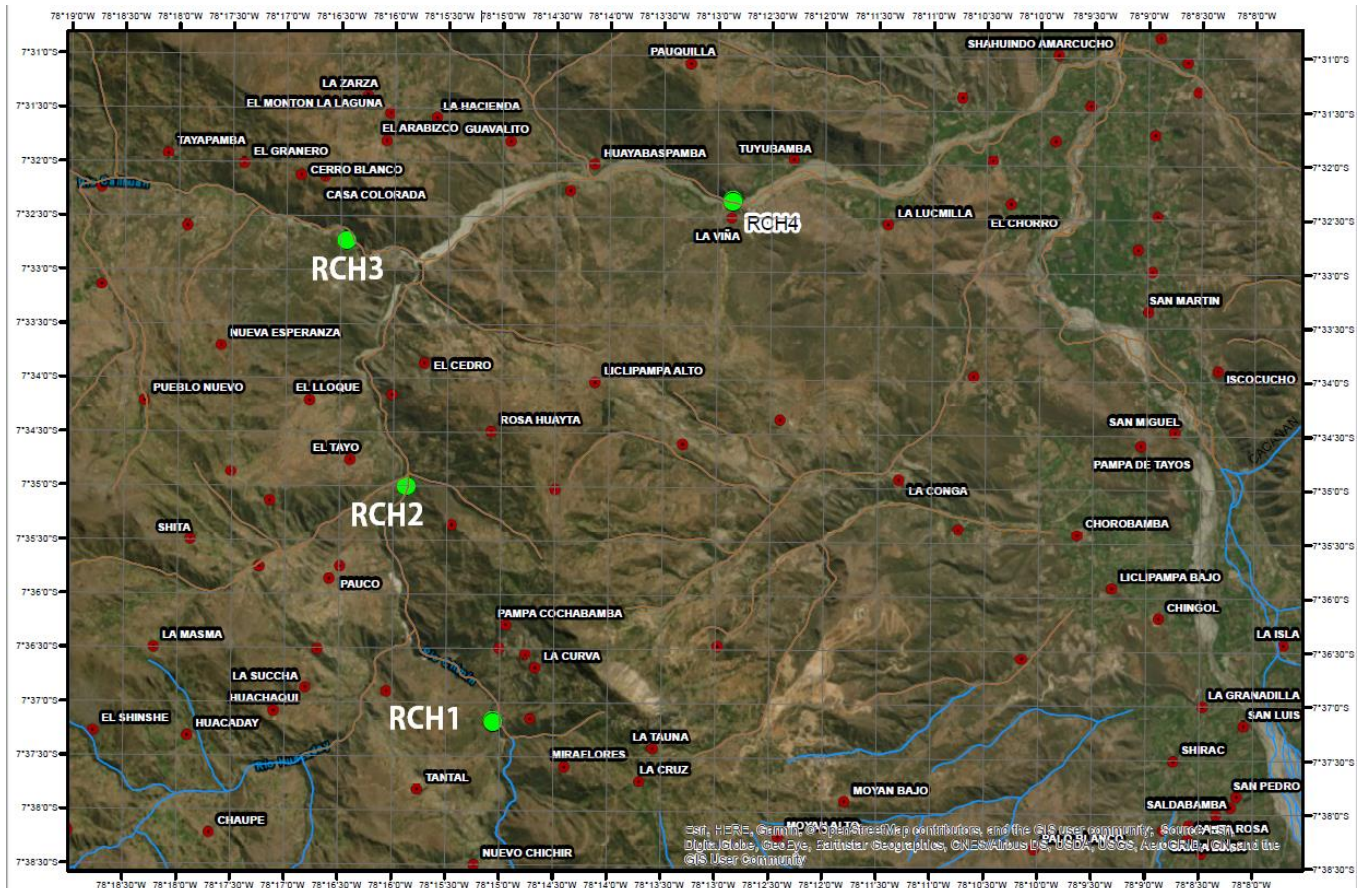


Figura 1. Cuenca del Río Chimín, donde se muestran los cuatro puntos tomados estratégicamente.

Punto 1: Antes de la zona de influencia de la mina informal de Algamarca, la vía de acceso es la carretera a Algamarca.

Punto 2: Después de la zona de arroyo de los relaves de la mina.

Punto 3: Este punto sirve como control, se ubica en el centro poblado de Calluan, es un afluente del Chimín.

Punto 4: Se toma a la entrada del río Chimín al Valle de Condebamba en el sector conocido como Chimín.

Representatividad:

Se eligieron puntos en donde el río estuvo lo más regular, accesible y uniforme en profundidad.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Con la obtención de los resultados del laboratorio e in situ, a continuación, se presentan las siguientes tablas con los resultados:

Tabla 4

Concentración de metales totales (mg/L) vs los ECAs durante la época de estiaje.

Temporada Meses	Época de Estiaje								ECAs		Promedios
	Julio 2018				Setiembre 2018				D1	D2	
Punto de muestreo	RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4	RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4			
pH	6,79	7,64	7,58	7,84	6,87	7,17	7,05	7,34	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4	7,285
Arsénico (As)	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,1	0,2	0,0065
Cadmio (Cd)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,01	0,05	0,0027
Manganeso (Mn)	1,302	4,528	6,108	8,548	1,259	4,625	6,216	8,561	0,2	0,2	5,143375
Cromo (Cr)	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,1	1	0,0056
Níquel (Ni)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,2	1	0,005
Plomo (Pb)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,05	0,05	0,0047
Cobre (Cu)	0,0084	2,451	0,047	0,0084	0,0084	2,451	0,047	0,0084	0,2	0,5	0,6287
Hierro (Fe)	0,027	6,258	0,084	0,025	0,025	6,321	0,092	0,029	5	**	1,607625
Zinc (Zn)	0,0091	0,264	0,09	0,0091	0,0091	0,255	0,008	0,0091	2	24	0,081675

Nota. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Laboratorio ambiental NKAP.

** Dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Tabla 5

Concentración de metales totales (mg/L) vs los ECAs durante la época de lluvia.

Temporada Meses	Epoca de Lluvia								ECAs		Promedios
	Diciembre 2018				Marzo 2019				D1	D2	
Punto de muestreo	RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4	RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4			
pH	6,75	7,42	7,03	7,54	6,81	7,31	7,39	7,69	6.5 - 8.5	6.5 - 8.4	7,2425
Arsénico (As)	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,1	0,2	0,0065
Cadmio (Cd)	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,0027	0,01	0,05	0,0027
Manganeso (Mn)	1,308	4,442	6,361	8,479	1,304	4,517	6,254	8,566	0,2	0,2	5,153875
Cromo (Cr)	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,0056	0,1	1	0,0056
Níquel (Ni)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,2	1	0,005
Plomo (Pb)	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,0047	0,05	0,05	0,0047
Cobre (Cu)	0,0084	2,312	0,053	0,0084	0,0084	2,215	0,05	0,0084	0,2	0,5	0,58295
Hierro (Fe)	0,023	6,329	0,088	0,028	0,025	6,267	0,086	0,024	5	**	1,60875
Zinc (Zn)	0,0091	0,232	0,007	0,0091	0,0091	0,257	0,008	0,0091	2	24	0,06755

Nota. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Laboratorio ambiental NKAP.

** Dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusiones

4.1.1. Valores de pH

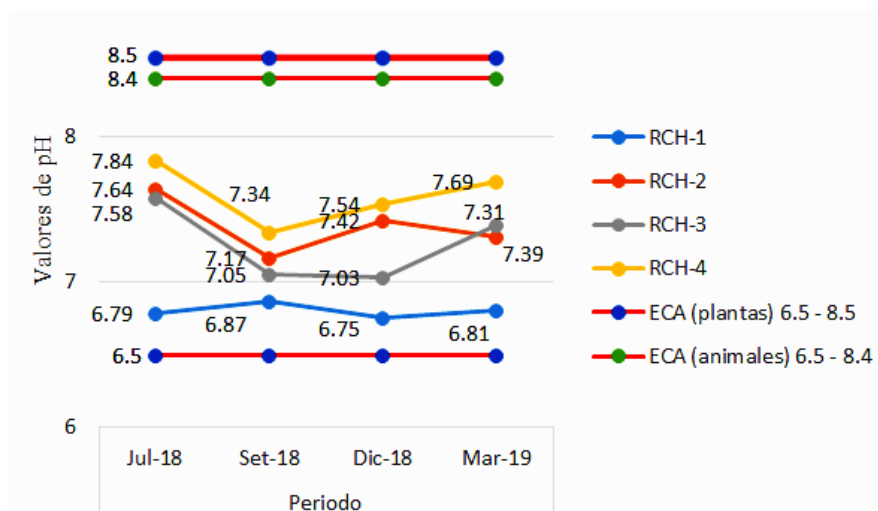


Figura 2. Comparación del potencial hidrogeno con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

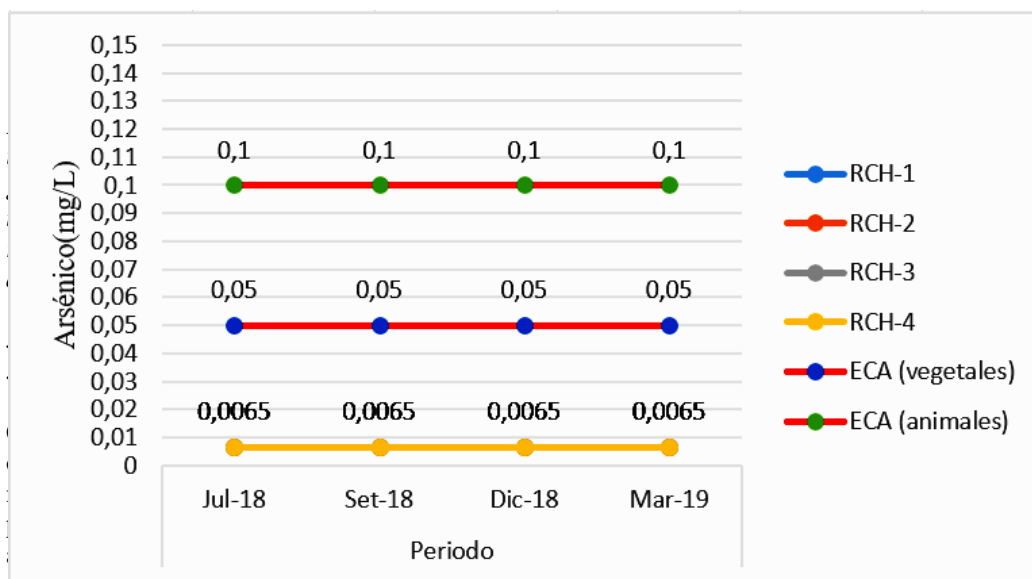
Como podemos ver en el siguiente gráfico, el Potencial Hidrogeno (pH), de las 4 muestras tomadas, no superan los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

El valor mínimo es de 6,75 pH correspondientes a la muestra RCH-1 tomada el mes de Setiembre mientras que el valor máximo es de 7,84 pH correspondientes a la muestra RCH-4 tomada el mes de Julio. El promedio del potencial Hidrógeno obtenido en las cuatro muestras y en los cuatro meses es de 7,23 pH. Por ello, a partir de los hallazgos encontrados, no aceptamos la hipótesis de general que establece que los valores de pH exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Estos resultados, guardan relación con lo que sostiene Cristobal (2018) que obtuvo resultados de pH con valores dentro de los ECAs – Peru.

Pero en lo que no concuerda el estudio del autor referido con el presente, son sus resultados de pH obtenidos en época de lluvia, donde obtuvo resultados de pH que superan los Estándares de calidad Ambiental.

4.1.2. Arsénico



acción del metal Arsénico con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Como podemos observar en la figura 3, en todos los meses de evaluación, en los puntos monitoreados, (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), se registra un valor único de 0,0065 mg/L de Arsénico, no superando los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Por ello a partir de los hallazgos encontrados, no aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad

ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, específicamente en el metal Arsénico.

Los resultados obtenidos por Dalmiro, Cornejo, y Pacheco (2014) donde se aprecian valores máximos de Arsénico de 0,08 mg/L, en donde se viene realizando actividades de minería mediana y artesanal en las cabeceras de la cuenca del Ramis. Los valores que no superan son los ECAs para animales, sin embargo los ECAs para vegetales sí son superados.

4.1.3. Cadmio

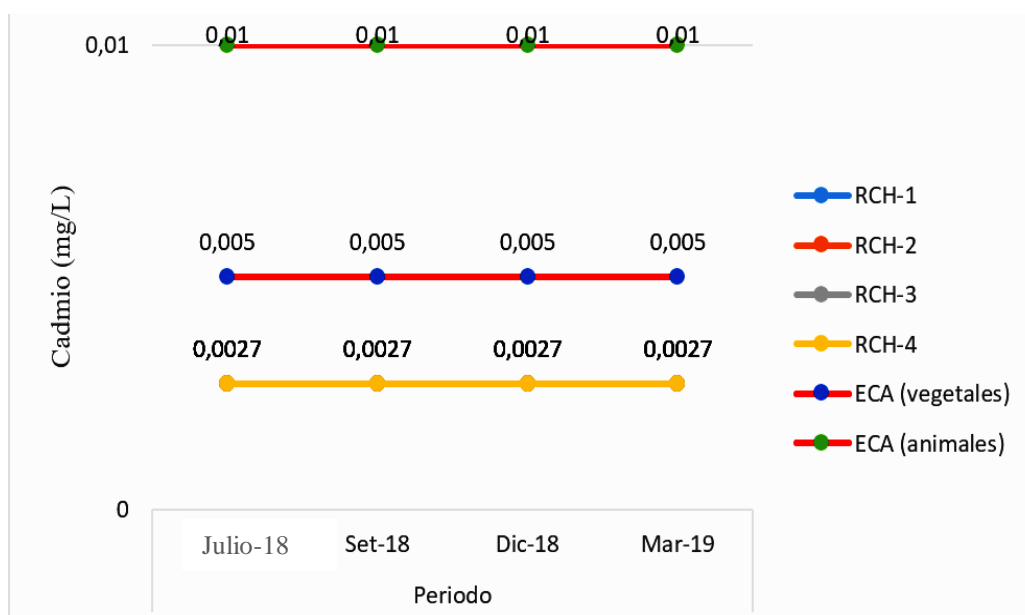


Figura 4. Comparación del metal Cadmio con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Como podemos observar en la figura 4. en todos los meses de evaluación, en los puntos monitoreados, (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), se registra un valor único de 0,0027 mg/L de Cadmio, no superando los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de categoría 3, riego de vegetales (0,005 mg/L) y bebida de animales (0,01 mg/L) de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Por lo tanto, podemos aseverar que con respecto al metal Cadmio, las aguas cumplen con la normatividad vigente.

4.1.4. Manganeso

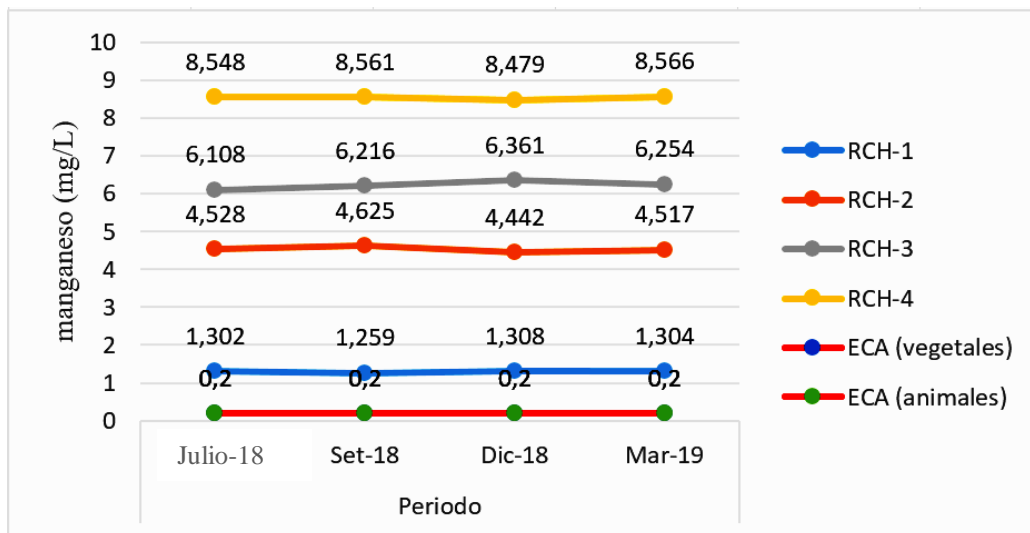


Figura 5. Comparación del metal Manganeso con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Según los resultados obtenidos, se puede apreciar que el metal Manganeso tiene un valor máximo de (8,566 mg/L) en la muestra RCH-4 realizada en el mes de marzo – 2019 correspondiente a la temporada de lluvia.

El valor de concentración mínimo es de (1.259 mg/L) del punto RCH- tomado el mes de Setiembre - 2018 correspondiente a la época de estiaje.

Por ello a partir de los hallazgos encontrados, si aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM. Específicamente para el metal Manganeso.

Resultados similares fueron encontrados por Pari (2017) en la época de estiaje, donde se aprecian valores máximos de Manganeso de 1,43 mg/L, en donde se viene realizando actividades de minería mediana y artesanal en las cabeceras de la cuenca del Ananea.

Si podemos analizar vemos que la concentración del metal Manganeso va aumentando según sigue el cauce del Río, teniendo sus valores más altos en el último punto de muestreo.

Podríamos atribuir la presencia de betas de Manganeso en la zona; no se puede atribuir la alta concentración de Manganeso a la minería informal presente, ya que la afectación se vería medida en el punto 2 (RCH-2) y no es este caso en particular ya que a medida que el río avanza la concentración de Manganeso aumenta, superando así los resultados obtenidos en otras investigaciones de ríos contaminados de Manganeso debido a la minería.

4.1.5. Cromo

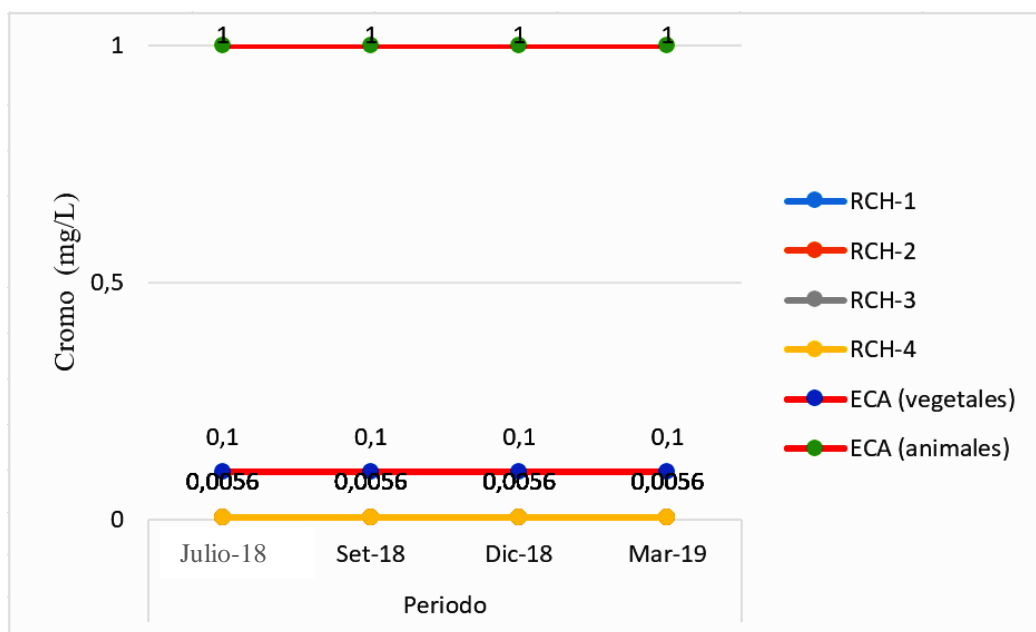


Figura 6. Comparación del metal Cromo con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Como podemos observar en la figura 6. en los meses de estiaje y de lluvia, los valores de concentración del metal Cromo son de 0,0056 mg/L en los 04 puntos (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), no superando los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Los valores de los ECAs son 0,1 mg/L para la sub categoría D1 y 1 mg/L para la sub categoría D2.

Por ello, a partir de los hallazgos encontrados, no aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM. Específicamente para el metal Cromo.

Resultados similares fueron encontrados por el autor Pari (2017) obtuvo valores de concentración del metal Cobre de 0,067 mg/L mientras que Quecaño (2018) obtuvo valores en promedio de 0,0041 mg/L para la época de estiaje y 0,00076 mg/L en la época de lluvia, ambos estudios, hechos en ríos con influencia directa de minería informal.

Por lo tanto, podemos aseverar que con respecto al metal Cromo, las aguas cumplen con la normatividad vigente, establecido en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

4.1.6. Níquel

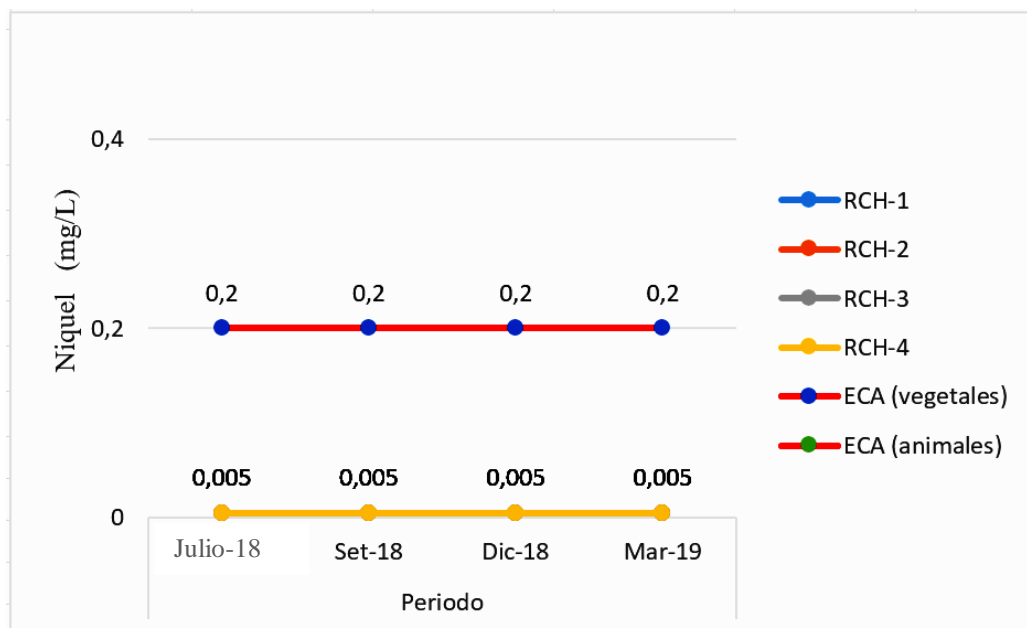


Figura 7. Comparación del metal Níquel con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Todos los resultados en cuanto a la concentración del metal Níquel en la época de estiaje y lluvia de los 04 puntos tomados (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), son de 0,005 mg/L, por lo tanto, podemos aseverar que la concentración del metal Níquel no supera los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM. indicando 0,2 mg/L para la sub categoría D1 y 1 mg/L para la sub categoría D2

Resultados similares fueron encontrados por los autores, Vargas y Chira (2006) en las cuencas de los ríos Chancay y Lambayeque- Cajamarca con resultados en concentración de Níquel de 0,004 mg/L como valor más alto.

Por ello a partir de los hallazgos encontrados en las concentraciones del metal Níquel, no aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019

exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

4.1.7. Plomo

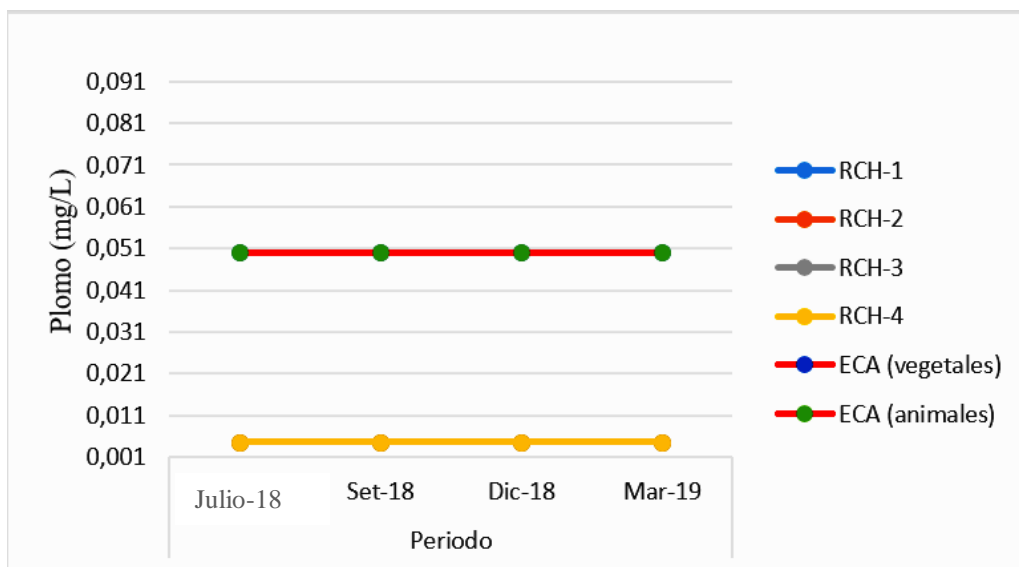


Figura 8. Comparación del metal Plomo con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Los resultados de concentración del metal Plomo, en los 4 puntos evaluados (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4) son 0,0047 mg/L tal y como se puede apreciar en la figura 7.

Resultados similares fueron encontrados por los autores, Vargas y Chira (2006) en las cuencas de los ríos Chancay y Lambayeque- Cajamarca con resultados en concentración máxima de Plomo de 0,022 mg/L medida en época de lluvia en la cuenca alta.

Pero en lo que no concuerda el estudio del referido autor referido con el presente, son sus resultados de concentración de metal Plomo obtenidos en época de lluvia tomados en la cuenca media, superando los ECAs con un valor máximo de 0,404 mg/L y un promedio de 0,136 mg/L

Por otra parte, el autor Cristobal (2018) analizo los metales pesados del Río Chahuanca, obteniendo como concentración máxima de Plomo de 0,0087 mg/L en época de lluvia.

Por ello a partir de los hallazgos encontrados en las concentraciones del metal Plomo, no aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

4.1.8. Cobre

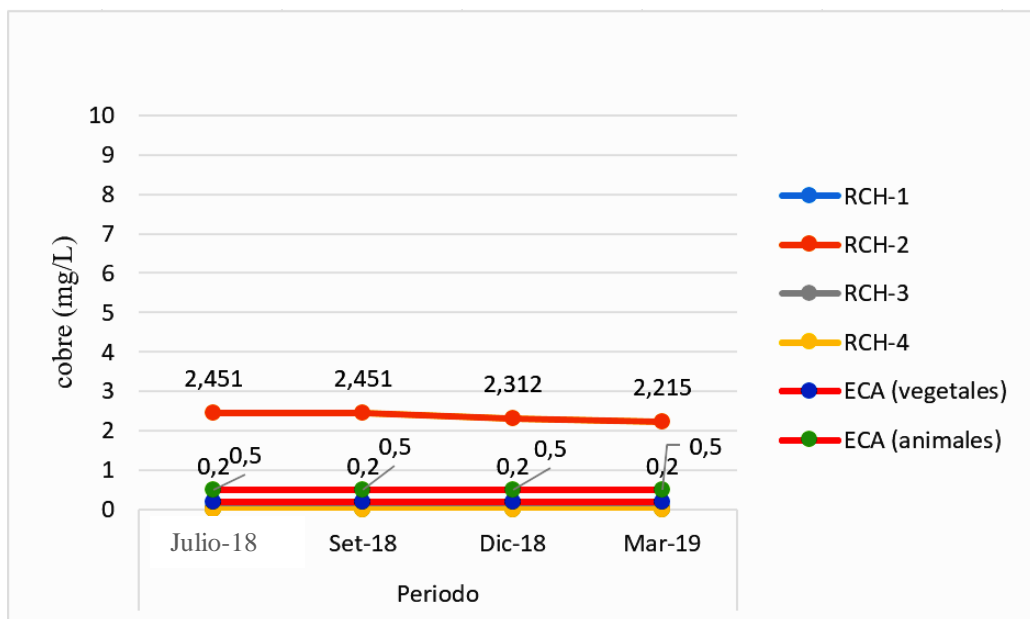


Figura 9. Comparación del metal Cobre con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Por otro lado si vemos los resultados del metal Cobre nos daremos cuenta que en el punto monitoreado antes de la actividad minera (RCH-1) no tenemos agua con una concentración de este metal por encima del ECA (0,2 mg/L), sin embargo, en el punto monitoreado después de la actividad minera (RCH-2), se observa que la concentración de este metal, supera los Estándares de Calidad Ambiental con

valores de 2,451 mg/L en los meses de estiaje – año 2018 y 2,312 mg/L diciembre- año 2018 y 2,215 mg/L marzo -2019 (época de lluvia). También mencionar que los puntos (RCH-3) y (RCH-4), muestran valores por debajo de los estándares de Calidad ambiental para la sub categoría D2 (0,5 mg/L) y la sub categoría D1 (0,2 mg/L)

Resultados distintos fueron encontrados por el autor Cristobal (2018) en las cuencas de los ríos Chalhuanca con resultados en concentración máxima de Cobre de 0,003 mg/L en época de estiaje y 0,007 mg/L en época de lluvia. Ninguna muestra supero los ECAs – Peru. A esto también se suma el autor Pari (2017) quien estudio los efectos de los relaves mineros en la calidad del agua del Río Ananea – Puno no obteniendo valores referenciales de concentración del metal Cobre según sus análisis realizados en laboratorio.

Por ello, a partir de los hallazgos encontrados en las concentraciones del metal Cobre, aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

4.1.9. Hierro

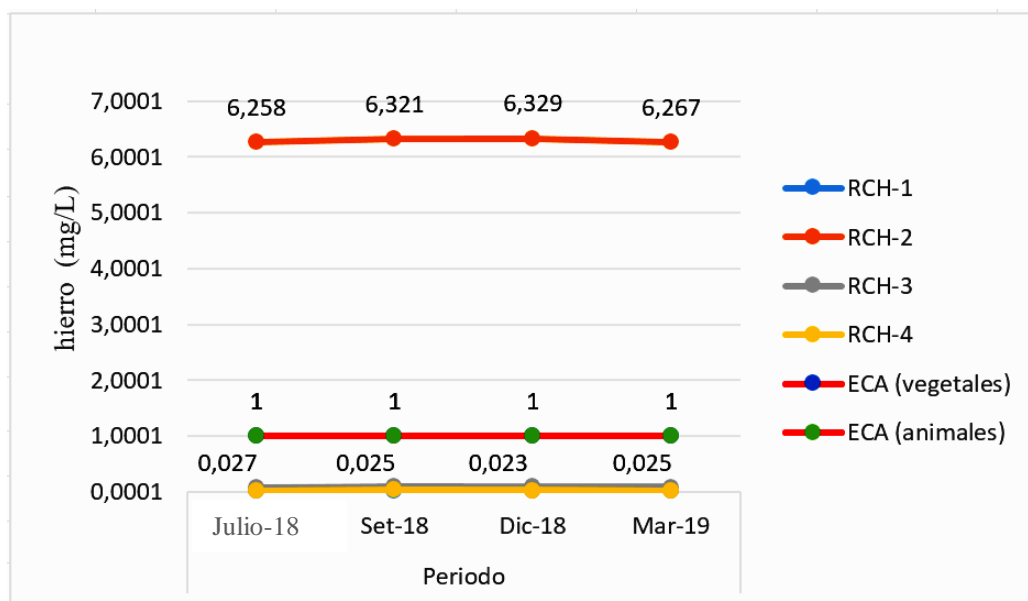


Figura 10. Comparación del metal Hierro con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Con respecto al Hierro se observa tanto en el mes de julio como en setiembre una mayor concentración de este metal en el punto RCH-2, que corresponde al punto tomado inmediatamente después de las escorrentías de la minera informal de Algamarca.

Resultados similares, obtuvieron los autores Herrera y Heredia (2016) Determinando los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016, en dicho trabajo obtuvieron un valor máximo de Hierro de 1,021 mg/L en época de estiaje y 1,107 mg/L en época de Lluvia. Por otro lado los autores Vargas y Chira (2006) obtuvieron una concentración máxima del metal Hierro de 6,05 mg/L, muestras tomadas en la cuenca alta del Río Chancay – Cajamarca en época de estiaje y un valor de 0,87 mg/L en la cuenca Media del Río Chancay.

Resultados distintos, obtuvo el autor Honorato (2016) Evaluando la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande- Cajamarca, obteniendo una concentración máxima de 0,063 mg/L.

Por ello a partir de los hallazgos encontrados en las concentraciones del metal Hierro, aceptamos la hipótesis de general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

4.1.10. Zinc

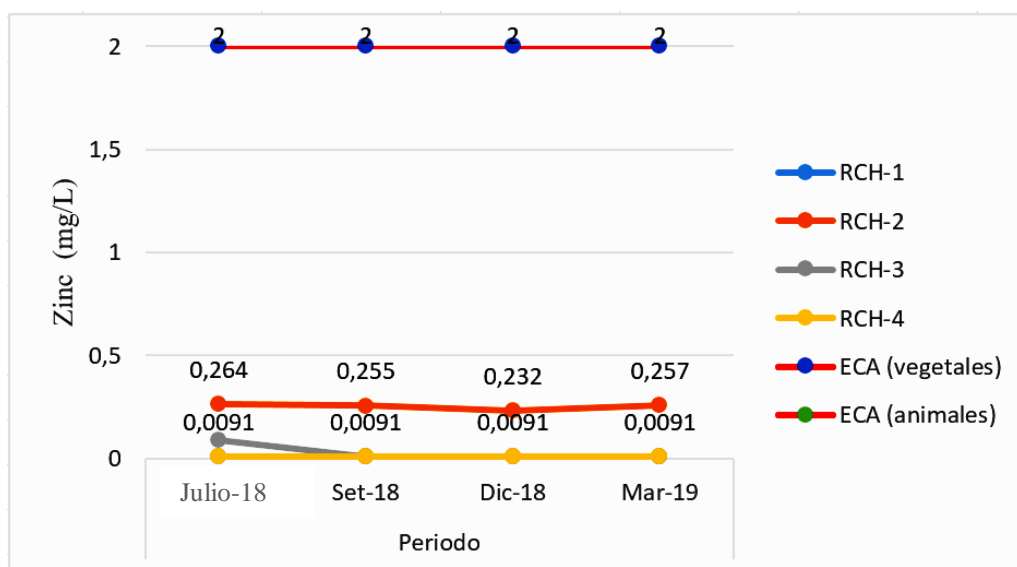


Figura 11. Comparación del metal Zinc con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Como podemos observar en la figura 10 en todos los meses de evaluación en los puntos monitoreados, (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), se registra un valor máximo de 0,264 mg/L en el punto RCH-2 y un valor mínimo 0,008 punto RCH-3 ambos tomados en época de estiaje mientras que en la época de lluvia

cuenta con una concentración máxima de 0,257 punto RCH-2 y un mínimo de 0,007 punto RCH-3.

Resultados similares fueron encontrados por Vargas y Chira (2006) en su tesis metales pesados en la cuenca alta y media de los ríos Chancay y Lambayeque-Cajamarca. donde se aprecian valores máximos de Zinc de 0,084 mg/L tomados en la cuenca media y valor máximo de 0,77 mg/L tomado en cabecera de cuenca. También el autor Honorato (2016) evaluó la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande - Cajamarca y su relación con la actividad minera obteniendo resultados máximos y mínimos de Zinc de 0,518 mg/L y 0,025 mg/L.

Por ello, a partir de los hallazgos encontrados, no aceptamos la hipótesis general que establece que la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, específicamente en el metal Zinc.

4.2. Conclusiones

- a. Se determinó el pH de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019, con valores promedios de 7,285 en época de estiaje y 7,242 en época de lluvia.
- b. Se determinó la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi – 2018, en época de estiaje y de lluvia de los puntos RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4, siendo sólo el cobre, hierro y manganeso los que superan el ECA.
- c. Se comparó las concentraciones de los metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 encontrando que tres de ellos superan los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, y se detallan a continuación el hierro en el punto RCH-2 alcanza concentraciones promedio de 6,289 mg/L época de estiaje superando el ECA en 1.289 mg/L y 6,298 mg/L en época de lluvia superando el ECA en 1.298 mg/L. Por otro lado, el Cobre en el punto RCH-2 alcanza concentraciones promedio de 2,451 mg/L época de estiaje superando el ECA en 2,251 mg/L en D1 y 1,951 mg/L en D2, y 2,263 mg/L en época de lluvia superando el ECA en 2,063 mg/L en D1 y 1,763 mg/L en D2. Las 4 concentraciones del Manganeso (puntos (RCH-1, RCH-2, RCH-3 y RCH-4), alcanzan concentraciones promedio de 6,289 mg/L época de estiaje y superando al ECA en 6,089 mg/L y 6,298 mg/L superando al ECA en 6,098 mg/L en época de lluvia.

REFERENCIAS

- Alarcón, R.N., y Pelaez, P. F. (2012). *Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú)*. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas, 34(2), 09-02.
- Al-Saleh, I., y Al-Doush, I. (1998). Survey of trace elements in household and bottled drinking water samples collected in Riyadh, Saudi Arabia. *Science of the total environment*, 216(3), 181-192
- ANA. (2015). *Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de Crisnejas. Autoridad Nacional del agua – ANA*.
<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/38>
- Aparicio, L. M. (2015). *El Mercurio en la Cuenca del Tambopata. Repercusiones en la Salud Humana y del Ecosistema*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- APHA, A. (1800). WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater, 18, 518-523.
- Baird, C., y Cann, M. (2014). *Química Ambiental*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- Basualdo, G.J., y Yasila. (2015). Determinación de Arsénico y Cadmio en aguas del Río Rímac y Habas Cultivadas en el Distrito de San Mateo de Huanchor de la Regio de Lima. (Tesis de maestría) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Chata, Q.A. (2015). *Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche en la cuenca del rio Coata 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú
- Cornelis, R., y NORDBERG, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation*. Handbook on the Toxicology of Metals. (11–38). Elsevier.

- Cristobal, J. J. (2018). *Determinación de metales pesados en el río chalhuanca en el anexo de tarucamarca-tisco-caylloma*. (Tesis de pregrado). Universidad nacional de San Agustín de arequipa, Perú.
- Dalmiro, A., Cornejo, O., y Pacheco, T. (2014). Contaminación de aguas y sedimentos por As, Pb y Hg de la cuenca del río Ramis, Puno - Peru. *Revista de Investigaciones (Puno)*, 5(4), 46 – 01.
- De La Rosa, P. (2014). *Análisis Espacio-Temporal del Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Grande de Santiago, y Sus Implicaciones a la Salud Ambiental*. (tesis de pregrado). Universidad De Guadalajara, Jalisco, Mexico.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Diario oficial el peruano, Lima, Perú, 07 de junio de 2017
- EPA. 1992. *Guide to site and soil description for hazardous waste site characterization*. Vol 1: metals.
- Herrera, D., y Heredia, Q. (2016). *Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y Diciembre, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad De Lambayeque, Chiclayo, Perú.
- Honorato, H. (2016). *Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera*. (Tesis de Maestria). Universidad Nacional de Cajamarca.
- Izquierdo, J. L., y Verástegui, S. P. (2017). *Concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, en relación a los Estándares de Calidad del agua - categoría 3, Cajamarca - 2016*. (Tesis de Pre grado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca.

- Jimenez, D.B. (2012). Cuantificación de Metales Pesados (Cadmio, Cromo, Niquel y Plomo) en Agua Superficial, Sedimentos y Organismos (*Crassostrea Columbiensis*) Ostion de Mangle en el Puente Portete del Estero Salado (Guayaquil) (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Marín, R. (2003). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos, tratamientos y control de calidad de aguas. Editorial Diaz de Santos, 53.
- Matte, T. D. (2003). *Efectos del plomo en la salud de la niñez. Salud Pública de México*, 45, 220-224
- Ministerio de Agricultura. (2019). *Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI*. <https://www.minagri.gob.pe/portal/resoluciones-ministeriales/rm-2019>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Aprueban los *Estándares de calidad ambiental (ECA)* para agua. Lima, Perú.
- Mozo (2012). Evaluación de la Concentración de Metales Pesados (Cromo, Cadmio Y Plomo) en los Sedimentos Superficiales en el Rio Coata, 2017. (Tesis de Pregrado). Universidad nacional del Altiplano – Puno. Puno, Perú.
- Ley, N. (2005). 28611, *Ley general del Ambiente*. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 15.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Estadísticas sanitarias mundiales, 2011*. Recuperado de http://www.who.int/gho/Publicaciones / estadísticas_salud_del_mundo / 2013 / es /
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Estadísticas sanitarias mundiales, 2013*. Recuperado de http://www.who.int/gho/Publicaciones/estadísticas_salud_del_mundo/2013/es/
- Pari, H. D. C. (2017). *Efectos de los relaves mineros en la calidad del agua del Río*

- Ananea – Puno. Universidad Nacional del Altiplano. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.*
- Parson, J.D, (1997). Effects of acid mine wastes on aquatic ecosystems. *Water, Air, and Soil Pollution* 7,333-354
- Peris, M. (2006). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellon - España. (Tesis de pre grado). Universidad de Valencia, España.*
- Quecaño, N. C. (2018). *Determinación de metales tóxicos en el río crucero – puno. (Tesis de pre grado). Universidad nacional del Altiplano, Puno.*
- Rodríguez, D. (2017). *Intoxicación ocupacional por metales pesados. MEDISAN, 21(12), 3372-3385.* Recuperado en 26 de agosto de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012&lng=es&tlng=es.
- Resolución Jefatural, N. N° 010-2016-ANA. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.*
- Resolución Jefatural, N. N° 056-2018-ANA. (2016). *Clasificación de los cuerpos del agua continentales superficiales.*
- Rojas Reyes, R. P., y Paez Escobedo, M. J. (2015). Determinación de la concentración de hierro en agua de riego impactadas por la minería artesanal en el cerro el toro, Shiracmaca-Huamachuco, La Libertad 2012 – 2013. (tesis pre grado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- Rosas, H. (2015). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.*
- SENAMHI. (2007). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.* <https://www.senamhi.gob.pe/usr/dcl/informe006-dma.pdf>

- Unana, A., Herrero J. y Legaz R. 1996. Relación del contenido de boro soluble con distintos parámetros edáficos y ambientales en suelos de Navarra.
- US Department of Health and Human Services. (2002). *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*. Toxicological profile for di (2-ethylhexil) phthalate.
- Vargas, L.E., y Chira, F. (2006). *Geoquímica ambiental de la cuenca del río Chancay-Lambayeque* - [Boletín B 15]
- Vieytes, R. (2004). *Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: epistemología y técnicas*. Editorial de las Ciencias.
- Villena, C. (2014). *Calidad del agua y desarrollo sostenible*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. 35(4), 05.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA / DISEÑO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL:	Variable independiente:	Método:
¿Cuál es el pH y concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019?	Determinar el pH y concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019.	El pH y la concentración de metales totales de las aguas del río Chimín, distrito Cachachi - 2018 y 2019 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	pH y concentración de metales totales	Cuantitativo Tipo de investigación: Básica Nivel: Descriptiva / explicativa
	OBJETIVOS ESPECIFICOS Comparar el pH de los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4 con los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS El pH de los puntos R-CH1, R-CH2, R-CH3 y R-CH4 exceden los estándares de calidad ambiental para aguas, categoría 3, subcategorías D1 y D2 establecidos en el Decreto Supremo 004-2017-MINAM.	Variable dependiente: Río Chimín	Diseño: No Experimental Muestra: 4 puntos de muestreo del río Chimín antes y después del punto de contaminación Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Instrumentos: Procedimiento de toma de muestra para análisis de Hierro y Manganeseo Métodos de análisis de datos: Procedimiento de análisis de Hierro, Cobre y Manganeseo

ANEXO 2. Resultados obtenidos del primer muestreo del Río Chimín (época de estiaje)
Mes de Julio – 2018



INFORME DE ENSAYO

C-166-G218-SES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			C-166-01	C-166-02
Código de Cliente			RCH-1	RCH-2
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			01/07/2018	01/07/2018
Hora de Muestreo			09:00	14:00
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	92.1	370.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	7.24	6.18

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

Código de Laboratorio			C-166-03	C-166-04
Código de Cliente			RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			01/07/2018	01/07/2018
Hora de Muestreo			15:30	12:40
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	538.0	982.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.33	5.82

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



INFORME DE ENSAYO

C-166-G218-SES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-166-01	C-166-02	C-166-03	C-166-04
Código de Cliente			RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018	01/07/2018
Hora de Muestreo			09:00	14:00	15:30	12:40
Parámetro	Símbolo	Unidad				
Metales Totales por ICP						
Aluminio	Al	mg/L	0.018	1.232	0.007	<0.0080
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	<0.0066	<0.0066	<0.0066	<0.0066
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	<0.0102	0.029	0.019	0.025
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	8.629	30.58	49.52	89.62
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	2.451	0.047	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079	<0.0079	<0.0079	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	0.022	0.158	0.235	0.328
Fósforo	P	mg/L	<0.0137	<0.0137	<0.0137	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.027	6.258	0.084	0.025
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	0.952	7.586	9.58	32.59
Manganeso	Mn	mg/L	1.302	4.528	6.108	8.548
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Potasio	K	mg/L	2.018	3.111	3.971	5.116
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silicio*	Si	mg/L	1.692	1.896	1.833	1.285
Sodio	Na	mg/L	<0.0121	<0.0121	<0.0121	<0.0121
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090	<0.0090	<0.0090	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091	0.264	0.009	<0.0091

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



Mes de Setiembre - 2018



INFORME DE ENSAYO

C-246-I218-SES

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			C-246-01	C-246-02
Código de Cliente			RCH-1	RCH-2
Ítem de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			25/09/2018	25/09/2018
Hora de Muestreo			08:45	13:55
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	93.4	378.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	7.15	6.22

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

Código de Laboratorio			C-246-03	C-246-04
Código de Cliente			RCH-3	RCH-4
Ítem de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			25/09/2018	25/09/2018
Hora de Muestreo			14:50	12:10
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	540.0	981.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.29	5.88

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



INFORME DE ENSAYO

C-246-I218-SES

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-246-01	C-246-02	C-246-03	C-246-04
C-166-G218-SES			RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			25/09/2018	25/09/2018	25/09/2018	25/09/2018
Hora de Muestreo			08:45	13:55	14:50	12:10
Parámetro	Símbolo	Unidad				
Metales Totales por ICP						
Aluminio	Al	mg/L	0.020	1.228	0.008	<0.0080
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	<0.0066	<0.0066	<0.0066	<0.0066
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	<0.0102	0.028	0.0166	0.024
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	8.592	31.58	48.59	88.33
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	2.451	0.047	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079	<0.0079	<0.0079	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	0.019	0.169	0.254	0.348
Fósforo	P	mg/L	<0.0137	<0.0137	<0.0137	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.025	6.321	0.092	0.029
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	0.925	7.468	9.36	30.28
Manganeso	Mn	mg/L	1.259	4.625	6.216	8.561
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Potasio	K	mg/L	2.021	3.103	3.825	5.526
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silicio*	Si	mg/L	1.589	1.728	1.725	1.269
Sodio	Na	mg/L	<0.0121	<0.0121	<0.0121	<0.0121
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090	<0.0090	<0.0090	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091	0.255	0.008	<0.0091

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



ANEXO 3. Resultados obtenidos del primer muestreo del Río Chimín (época de estiaje)
Mes de Diciembre - 2018



INFORME DE ENSAYO

C-315-L218-PHTR

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			C-315-01	C-315-02
Código de Cliente			RCH-1	RCH-2
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			05/12/2018	05/12/2018
Hora de Muestreo			09:30	13:20
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	101.2	384.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.89	6.33

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

Código de Laboratorio			C-315-03	C-315-04
Código de Cliente			RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			05/12/2018	05/12/2018
Hora de Muestreo			14:40	11:50
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*		uS/cm	532.0	878.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.39	5.97

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



INFORME DE ENSAYO

C-315-L218-PHTR

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-315-01	C-315-02	C-315-03	C-315-04
C-166-G218-SES			RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			05/12/2018	05/12/2018	05/12/2018	05/12/2018
Hora de Muestreo			09:30	13:20	14:40	11:50
Parámetro	Símbolo	Unidad				
Metales Totales por ICP						
Aluminio	Al	mg/L	0.022	1.364	0.014	<0.0080
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	<0.0066	<0.0066	<0.0066	<0.0066
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	<0.0102	0.022	0.014	0.021
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	9.266	28.26	42.36	91.25
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	2.312	0.053	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079	<0.0079	<0.0079	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	0.017	0.152	0.219	0.355
Fósforo	P	mg/L	<0.0137	<0.0137	<0.0137	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.023	6.329	0.088	0.028
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	0.941	7.391	9.29	27.82
Manganeso	Mn	mg/L	1.308	4.442	6.361	8.479
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Potasio	K	mg/L	2.033	3.094	3.698	5.517
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silicio*	Si	mg/L	1.625	1.821	1.655	1.281
Sodio	Na	mg/L	<0.0121	<0.0121	<0.0121	<0.0121
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090	<0.0090	<0.0090	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091	0.232	0.007	<0.0091

(*) Los Métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



Mes de Marzo - 2019



INFORME DE ENSAYO

C-070-C219-PHTR

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			C-070-01	C-070-02
Código de Cliente			RCH-1	RCH-2
Ítem de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			10/03/2019	10/03/2019
Hora de Muestreo			09:10	13:05
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*	uS/cm		107.5	372.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.94	6.22

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

Código de Laboratorio			C-070-03	C-070-04
Código de Cliente			RCH-3	RCH-4
Ítem de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			10/03/2019	10/03/2019
Hora de Muestreo			14:25	11:20
Parámetro	Símbolo	Unidad		
Conductividad*	uS/cm		539.0	862.0
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	6.25	6.04

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



INFORME DE ENSAYO

C-070-C219-PHTR

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			C-070-01	C-070-02	C-070-03	C-070-04
C-188-G218-SES			RCH-1	RCH-2	RCH-3	RCH-4
Item de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			10/03/2019	10/03/2019	10/03/2019	10/03/2019
Hora de Muestreo			09:10	13:05	14:25	11:20
Parámetro	Símbolo	Unidad				
Metales Totales por ICP						
Aluminio	Al	mg/L	0.027	1.242	0.008	<0.0080
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	<0.0066	<0.0066	<0.0066	<0.0066
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	<0.0102	0.024	0.016	0.021
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	8.825	29.63	45.82	90.36
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	2.215	0.050	<0.0084
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079	<0.0079	<0.0079	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	0.021	0.156	0.231	0.332
Fósforo	P	mg/L	<0.0137	<0.0137	<0.0137	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.025	6.267	0.086	0.024
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	0.948	7.412	9.46	28.62
Manganeso	Mn	mg/L	1.304	4.517	6.254	8.566
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Potasio	K	mg/L	2.025	3.108	3.782	5.236
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silicio*	Si	mg/L	1.633	1.852	1.782	1.293
Sodio	Na	mg/L	<0.0121	<0.0121	<0.0121	<0.0121
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090	<0.0090	<0.0090	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091	0.257	0.008	<0.0091

(*) Los Métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



ANEXO 6. Panel fotográfico





