

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIERRO,
MANGANESO Y COBRE EN AGUAS DEL RÍO CHIMINERO
DE LA PROVINCIA DE CAJABAMBA”

Trabajo de investigación para optar el grado de
Bachiller en Ingeniería Ambiental



Autores:

Pool Herless Tirado Ríos
Lenin Valverde Gómez

Asesor:

Mg. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2018

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.

Pool Tirado Rios

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.

Lenin Valverde Gomez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme durante el transcurso de mi carrera profesional

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 por su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

Lenin Valverde Gomez

Tabla de contenidos

Dedicatoria	01
Agradecimiento	02
Índice de tablas	05
Índice de figuras	06
Resumen	07
Capítulo I. Introducción	08
1.1 Antecedentes	08
1.2 Bases Teóricas	10
1.2.1 Metales pesados	10
1.2.2 Contaminación con metales pesados	11
1.2.3 El Agua	13
1.3 Definiciones	15
1.3.1 La Ley General Del Ambiente, Ley N° 28611	15
1.3.2 Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM (31/Jul/08)	15
1.3.3 Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM.	16
1.3.4 Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	16
1.3.5 Límites Máximos Permisibles (LMP)	16
1.4 Realidad problemática	17
1.5 Formulación del problema	18
1.6 Objetivos	19
1.6.1 Objetivo General	19
1.6.2 Objetivos específicos	19
1.7 Hipótesis	19
1.7.1 Hipótesis General	19
1.7.2 Hipótesis Específicas	19
Capítulo II. Metodología	20

2.1 Tipo de investigación	20
2.2 Materiales, instrumentos y métodos	21
2.2.1 Materiales e instrumentos	21
2.2.2 Métodos	22
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
Capítulo III. Resultados	26
Capítulo IV. Discusión y conclusiones	28
4.1 Discusión	28
4.2 Conclusiones	31
Referencias	33
Anexos	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tipificación de la investigación según los criterios más importantes	20
Tabla 02: Puntos cardinales de muestreo	24
Tabla 03: Resultados manganeso en las aguas del río Chiminero	26
Tabla 04: Resultados cobre en las aguas del río Chiminero	26
Tabla 05: Resultados hierro en las aguas del río Chiminero	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Cuenca del Río Chiminero con los cuatro puntos tomados	24
Figura 02: Determinación de manganeso en las aguas del río Chiminero	28
Figura 03: Determinación de cobre en las aguas del río Chiminero	29
Figura 04: Determinación de hierro en las aguas del río Chiminero	30

RESUMEN

En la actualidad la contaminación de metales pesados se ha ido incrementando llegando a lugares inhóspitos, incluso donde la actividad humana es poca, esto debido a la presencia de los metales pesados en los diferentes productos químicos como fertilizantes, pesticidas, detergentes, entre otros, debido también a la facilidad de transportarse de estos elementos por medio de las fuentes de aguas, y su capacidad de ser acumulativos en los medios bióticos y abióticos.

Se determinó que la Concentración de Hierro (Julio 6.258 mg/L y Septiembre 6.321 mg/L) y cobre (Julio 2.451 mg/L y Septiembre 2.451 mg/L) en el punto RCH-2 superan los estándares de calidad ambiental siendo el punto tomado después de la influencia de la minería informal.

Mientras que el metal manganeso todos los puntos tomados, superan el estándar de calidad ambiental, siendo el punto RCH-4 el que posee la concentración de manganeso más alta (Julio 8.548 mg/L y septiembre 8.561 mg/L)

Palabras clave: Metales pesados, calidad, agua, contaminación, análisis.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Peris M. (1987), realiza estudios para determinar la cantidad de hierro y manganeso 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).

Rojas R., Paez M. (2013), mencionan en su estudio en la determinación de hierro en ríos aledaños al cerro el Toro, Huamachuco, La libertad, debido a la presencia de la minería artesanal, encontrando resultados dentro de los estándares de calidad ambiental.

Martinez M, Montero E. (2014), realizan un estudio y consideran que el hierro y manganeso son elementos que fácilmente se diluyen en el agua, por lo que requieren controles de monitoreo y deben implementarse sistemas de purificación de estos elementos. Dichos controles de monitoreo son necesarios debido al daño que pueden causar al ser humano tras su consumo en como ingrediente de en preparaciones alimentarias.

Horna (2006), hace una evaluación en la calidad del agua del río Grande en la provincia de Cajamarca durante los años 2004 y 2005 obteniéndose resultados aceptables en cuanto a metales pesados, salvo algunas excepciones en las que excedieron dichos límites por incrementos en las precipitaciones y la erosión.

Chávez (2009) realizó la evaluación de la calidad y cantidad de las aguas del río Tingo – Hualgayoc en el primer año de explotación por minera la Cima en el que se

concluye que los parámetros referentes a metales pesados en algunos puntos de monitoreo sobrepasaron los LMP.

Herrera y Heredia (2017), tras realizar el análisis de metales pesados en la cuenca del río Mashcón, en el río Porcón identifican que el Hierro se encuentra en altas concentraciones fuera de los Estándares de Calidad Ambiental, en el río Grande todos los metales analizados se encuentran en condiciones normales. Dicho análisis se realizaron debido a la presencia de Minera Yanachocha y verificar que las aguas vertidas no se encuentran contaminadas.

Meja (2016), realizó sus estudios de análisis de metales pesados en el río Zaña, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, tras tener como antecedentes la actividad minera, haciendo un análisis de arsénico, cadmio, cromo y mercurio, encontrando la concentración de dichos metales dentro de los estándares de calidad ambiental, sin embargo el análisis se hizo sólo en época de estiaje influenciando en los resultados obtenidos.

En el Perú existen mucho estudios sobre análisis fisicoquímico de aguas como los realizados por el Ministerio de Salud, por intermedio DIGESA en los ríos Pisco, Cañete, y Mala (DIGESA 2005); la compañía de Minas Buena Ventura S.A realizó estudios sobre análisis fisicoquímicos en la cuenca del río Grande en el departamento de Huancavelica en el mes de febrero del 2008.

También hay estudios de estos análisis en Cajamarca como son los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las principales cuencas hidrográficas del departamento de Cajamarca ejecutado por el departamento de Ciencias Químicas y Dinámicas de la UNC en el año 1997; monitoreo de la calidad y cantidad de agua de los canales de riego ubicados en la sub cuenca del río Chonta realizado por el

Ministerio de Agricultura en febrero 2006. Monitoreo de la calidad y cantidad del agua de los canales de riego ubicados en la sub cuenca del río Chonta realizados por el Ministerio de Agricultura en agosto 2006.

Monitoreo del agua en la bocatoma del Río Grande de la E.P.S. SEDACAJ S.A, utilizando para el análisis el método de Absorción Atómica por Llama para todos los parámetros (Uriol 2002).

Análisis microbiológico y fisicoquímico de las aguas consumidas en la Universidad Nacional de Cajamarca (Salazar 2004). Monitoreo de aguas de la micro cuenca del río Azufre que abastece al distrito La Encañada (Salazar 2008).

Evaluación de la calidad del agua del río Grande en la provincia de Cajamarca durante los años 2004 y 2005 obteniéndose resultados aceptables en cuanto a metales pesados, salvo algunas excepciones en las que excedieron dichos límites por incrementos en las precipitaciones y la erosión (Horna 2006).

Caracterización físicoquímica y bacteriológica de las aguas del río Azufre en Combayo – La Encañada, Cajamarca; concluyendo que las aguas de este río son aptas para ser utilizadas en riego de vegetales, de consumo crudo y bebida de animales (Salazar 2008).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1 Metales pesados

Baird C y Cann M. (2014), mencionan que 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.cm^{-3}).

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.cm^{-3}), 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 (2000), 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: As, B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Se y 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).

1.2.2 Contaminación con metales pesados

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 propias de la naturaleza que tienen peso molecular alto teniendo

efectos negativos para la salud y el medio ambiente cuando se encuentran en concentraciones altas.

Según Rosas (2015), la contaminación 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 Pb debido a la combustión de la gasolina y el Zn por el desgaste de los neumáticos y pueden llegar a los sistemas acuáticos por precipitación en las lluvias.

a) Manganeso

Peris (2006), menciona que el Manganeso (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 Manganeso 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.

b) Hierro

Peris (2006), además nos 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.

c) Cobre

El aumento de la concentración de cobre en los suelos es debido a distintas fuentes antropicas, puede producir efectos de toxicidad en las especies vegetales sensibles. Sin embargo, se ha postulado que diversos factores edáficos podrían determinar la biodisponibilidad del cobre y, por lo tanto, la intensidad del efecto fitotóxico, tales como el contenido de materia orgánica y el pH del suelo, además del grado de solubilidad de la forma química en la cual el cobre es incorporado. Los síntomas de toxicidad del cobre tienen que ver con un menor crecimiento de la raíz principal.

1.2.3 El Agua

Chang (1999) define químicamente el agua como una sustancia que está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Su fórmula molecular es H₂O. El agua cubre el 72 % de la superficie del planeta tierra y representa

entre el 50 % y 90 % de la masa de los seres vivos. Es una sustancia relativamente abundante aunque sólo supone el 0.022 % de la masa de la tierra. Se puede encontrar esta sustancia prácticamente en cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

a) Calidad de Agua

Chang (1999), menciona que en sus primeros orígenes el concepto de “Calidad de Aguas” estuvo asociado con la utilización del agua para el consumo humano, la expansión y el desarrollo de los asentamientos humanos ha diversificado y ampliado los usos y aplicaciones potenciales del agua hasta tal punto, que el significado de Calidad de Aguas ha debido ampliarse, para ajustarse a este nuevo espectro de posibilidades y significados. En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos y bebida de animales, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines. Una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de

Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente.

El ministerio del ambiente con el D.S. N°015-2015, estable los 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

1.3. Definiciones

1.3.1 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.

1.3.2 Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM (31/Jul/08)

"Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua".
Publicado el 31 de julio de 2008.

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.

1.3.3 Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM.

Aprueban disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Publicado el 19 de diciembre del 2009.

1.3.4 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).

1.3.5 Límites Máximos Permisibles (LMP)

Según La Ley General del Ambiente, el Límite Máximo Permissible – LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

1.4. 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. 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 Chiminero 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 (Calderón 2011).

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 Chiminero 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, y según Gramajo (2004) estos deben ser regados con aguas que satisfagan criterios más estrictos especialmente en lo que respecta a los parámetros microbiológicos, porque son muchas las enfermedades causadas por virus, bacterias, protozoarios o gusanos que se transmiten a través de esta vía.

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.

1.5. Formulación del problema

Pregunta general:

¿Cuál es la concentración de hierro, manganeso y cobre en aguas del río Chiminero de la provincia de Cajabamba?

Preguntas específicas:

¿La concentración de hierro, manganeso y cobre de acuerdo exceden al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM? Los Estándares de calidad ambiental.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la concentración de hierro, manganeso y cobre en el río Chiminero de la provincia de Cajabamba.

1.6.2. Objetivos específicos

Comparar si la cantidad de Hierro, Manganeso y Cobre presente en el río Chiminero excede de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Los Estándares de calidad ambiental.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

La concentración de hierro, manganeso y cobre en las aguas del río Chiminero de Cajabamba de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Los Estándares de calidad ambiental.

1.7.2. Hipótesis específicas

La concentración de hierro, manganeso y cobre de las aguas del río Chiminero de Cajabamba excede de acuerdo al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Los Estándares de calidad ambiental.

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 01

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), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006)

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 oregon 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.

c) **Indumentaria**

- Guantes descartables
- Botas de jebe
- Chaleco
- Gorra

2.2.2 **Métodos**

a) **Procedimiento de Muestreo en Campo**

Cadena de custodia

Es lo primero que se realizó en el trabajo de campo, referenciamos cada punto por medio de un puente, piedra grande u otra señal; luego con el GPS se toma las coordenadas UTM.

Metales pesados

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.

b) **Análisis en laboratorio**

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio Nkap SRL. En la ciudad de Cajamarca para el análisis de metales pesados.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

a) **Análisis, y Contrastación de Datos**

Las muestras se tomaron en los meses de Julio, Setiembre teniendo en cuenta la época de estiaje, dichas muestras se llevaron al laboratorio elegido para este estudio y así determinar la concentración de hierro, manganeso y cobre.

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) **Unidad de análisis**

Cada punto que se identifique para muestreo.

d) **Universo**

El río Chiminero.

Tabla 02.

Puntos cardinales de muestreo.

Código de campo	Origen de la fuente	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Altitud msnm	UTM	
							Este	Norte
RCH-1	Río Chiminero	Antes de la zona de influencia – Puente a Nuevo Chichir	Algamarca	Cachachi	Cajabamba	2649 msnm	815869	9155845
RCH-2	Río Chiminero	Aprox a 2 Km aguas arriba del puente Calluan al río Chiminero	Calluan	Cachachi	Cajabamba	2257 msnm	802846	9162093
RCH-4	Río Chiminero	Entrada del río al sector Chimín	Chimín	Cachachi	Cajabamba	2117 msnm	810833	9166253
RCH-3	Río Calluan	Aprox a 2 Km aguas arriba del puente Calluan al río Calluan	Calluan	Cachachi	Cajabamba	2278 msnm	806846	9163425

Identificación: los puntos de muestreo, serán identificados y reconocidos, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros.

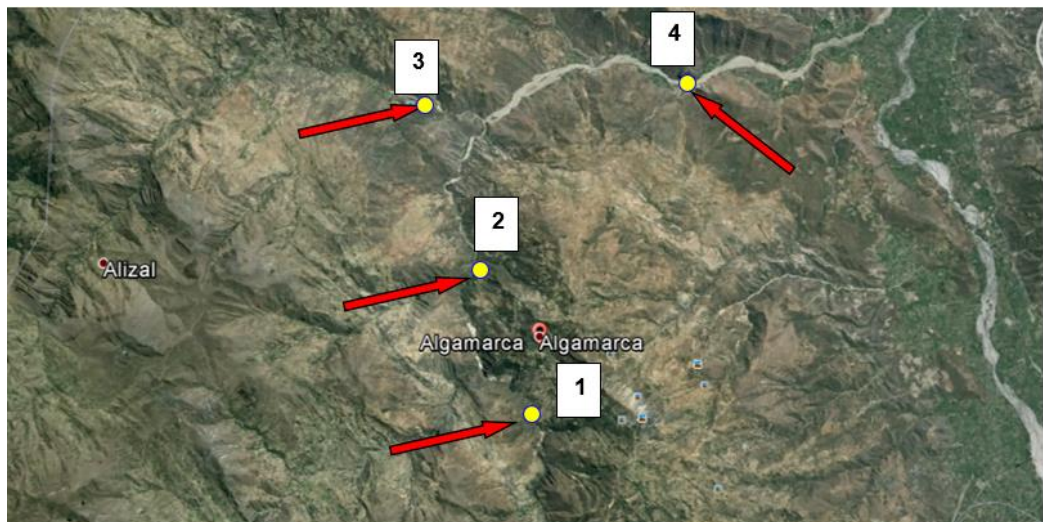


Figura 01: Cuenca del Río Chiminero, donde se muestran los cuatro puntos tomados estratégicamente.

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 arrojado de los relaves de la mina.

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

Punto 4: Se tomó a la entrada del río Chiminero 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

Manganeso

Los resultados en cuanto a manganeso en los meses que se evaluó las aguas del río Chiminero son los siguientes:

Tabla 03

Resultados manganeso en las aguas del río Chiminero.

Puntos de monitoreo	Jul-18	Set-18
RCH-1	1.302	1.259
RCH-2	4.528	4.625
RCH-3	6.108	6.216
RCH-4	8.548	8.561
ECA plantas	0.2	0.2
ECA animales	0.2	0.2

Fuente: Informe de Ensayos C-166-G218-SES y C-246-I218-SES

Cobre

Los resultados en cuanto a cobre en los meses que se evaluó las aguas del río Chiminero son los siguientes:

Tabla 04

Resultados cobre en las aguas del río Chiminero.

Puntos de monitoreo	Jul-18	Set-18
RCH-1	<0.0084	<0.0084
RCH-2	2.451	2.451
RCH-3	0.047	0.047
RCH-4	<0.0084	<0.0084
ECA Plantas	0.2	0.2
ECA animales	0.5	0.5

Fuente: Informe de Ensayos C-166-G218-SES y C-246-I218-SES

Se muestran

Hierro

Los resultados en cuanto a hierro en los meses que se evaluó las aguas del río Chiminero son los siguientes:

Tabla 05

Resultados hierro en las aguas del río Chiminero.

Puntos de monitoreo	Jul-18	Set-18
RCH-1	0.027	0.025
RCH-2	6.258	6.321
RCH-3	0.084	0.092
RCH-4	0.025	0.029
ECA plantas	1	1
ECA animales	1	1

Fuente: Informe de Ensayos C-166-G218-SES y C-246-I218-SES

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los puntos monitoreados fueron elegidos teniendo en cuenta las especificaciones de la DIGESA, es así que las fechas tomadas corresponden a la época de estiaje.

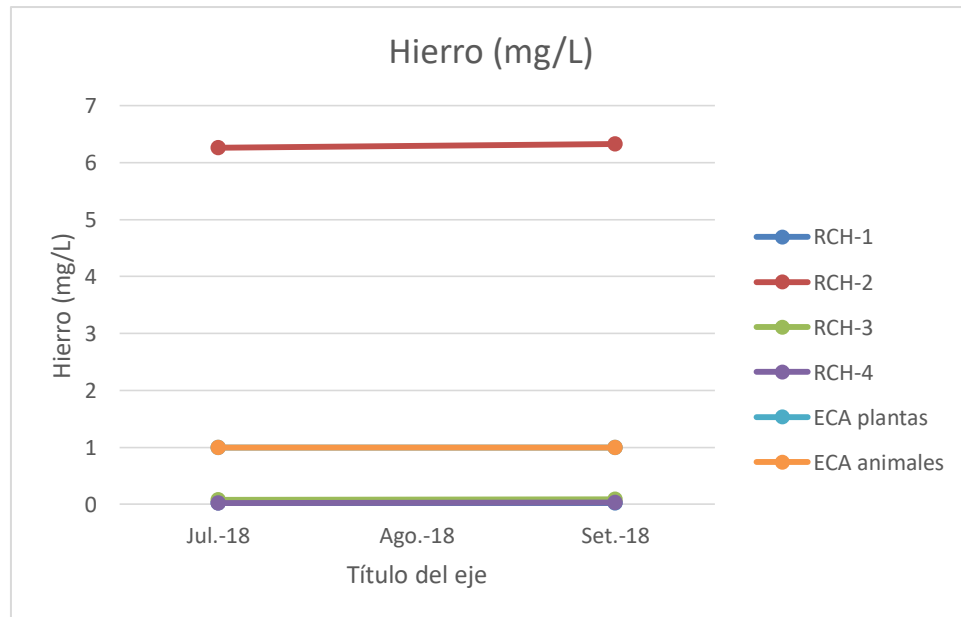


Figura 02. Determinación de hierro en las aguas del río Chiminero

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, Peris (2006), menciona que el hierro (Fe) es un metal muy común que se encuentra en las rocas y el suelo; el incremento en la concentración de hierro en este punto se sustenta por el movimiento de tierras que se genera por la actividad minera.

Peris (2006), también indica que niveles de hierro por encima de 0,3 mg/l pueden propiciar el crecimiento de bacterias con afinidad al hierro, por lo que se recomienda posteriormente un análisis bacteriológico.

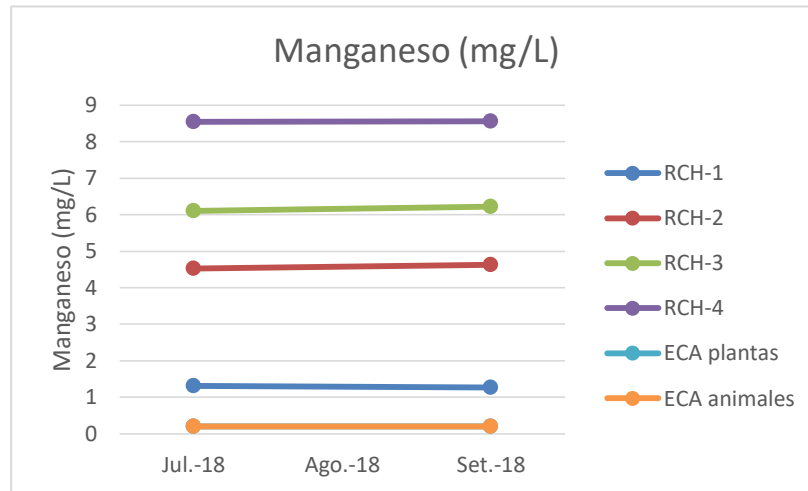


Figura 03. Determinación de manganeso en las aguas del río Chiminero

Si observamos los resultados del manganeso nos daremos cuenta que aún en el punto monitoreado antes de la actividad minera (RCH-1) ya tenemos agua con una concentración de este metal por encima del ECA (0,2 mg/L), sin embargo los otros puntos monitoreados están muy por encima del primero, esto se explica por la remoción de la tierra y también por el excesivo uso de pesticidas que contiene este metal. El manganeso es indispensable para el desarrollo de los animales y plantas en concentraciones adecuadas, sin embargo Peris (2006), hace mención que el alto contenido de Manganeso 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.

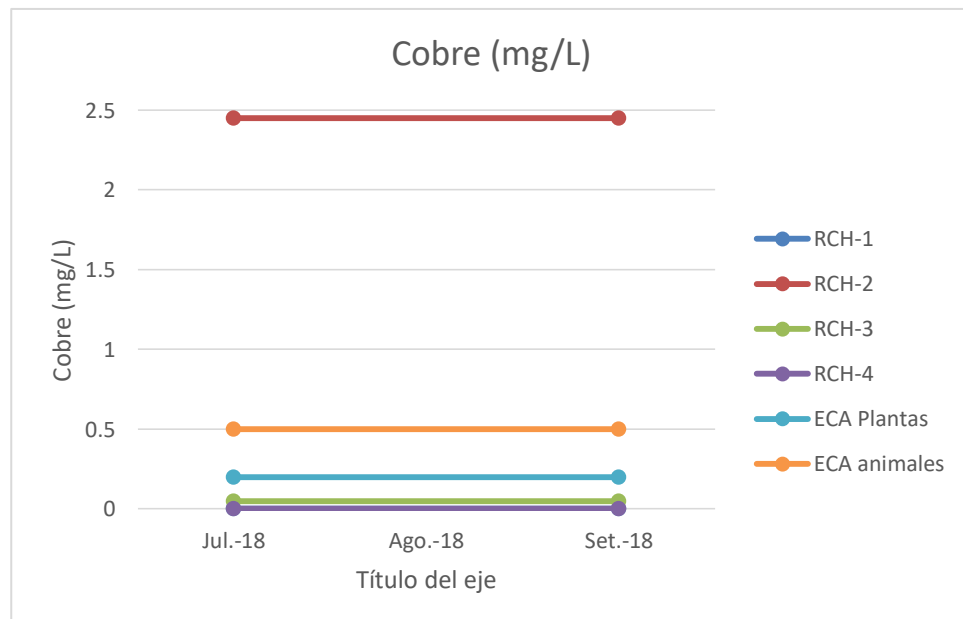


Figura 04. Determinación de cobre en las aguas del río Chiminero

Como podemos apreciar en la Figura 03, el punto monitoreado antes de la actividad minera (RCH-1) no supera los estándares de calidad ambiental (menor a 0.0084 mg/L comparado con ECA igual a 0,2 mg/L) para aguas tipo 03.

Sin embargo, el punto (RCH-2) si supera en gran medida los estándares de calidad ambiental por 2.25 mg/L. para los meses de julio y septiembre.

Esta alta concentración identificada, se podría atribuir a las actividades mineras del sector (minería informal)

Según (Moraga, Merino y Mondaca, 2003), Los metales pesados pueden modificar la flora bacteriana y alterar las funciones de algunos organismos vivos, incluso estos seres vivos pueden generar resistencia a los metales pesados e incrementar la bioacumulación de ellos.

Bustamante (1978), sostiene que concentraciones de 0.015 a 3.0 mg/L son reportados como tóxicas para los peces, más aún si actúa sinérgicamente con el zinc en concentraciones de 1.0 mg/L.

También podemos ver que a partir del punto (RCH-3) y (RCH-4), las concentraciones de Cobre bajaron a niveles que no superan los estándares de calidad ambiental. Esto se puede atribuir al recorrido del río y al micro afluente que tiene.

4.2 Conclusiones

Se estableció la cantidad de hierro, manganeso y cobre en el río Chiminero en la provincia de Cajabamba; en los cuatro puntos ya especificados y durante los meses de julio y setiembre del 2018.

Se determinó la cantidad de hierro en el mes de julio 2018; obteniendo la concentración máxima de 6.258 mg/L en el punto RCH-2; y una concentración mínima de 0.025 mg/L en el punto RCH-4; el ECA es de 1 mg/L.

En el mes de setiembre de 2018 la concentración máxima de hierro fue de 6.321mg/L en el punto RCH-2; y una concentración mínima de 0.02 5mg/L en el punto RCH-1; siendo el ECA de 1 mg/L.

Se determinó la cantidad de manganeso en el mes de julio 2018; obteniendo la concentración máxima de 8.548 mg/L en el punto RCH-4; y una concentración mínima de 1.302 mg/L en el punto RCH-1; excediendo en ambos casos al ECA establecido de 0.2 mg/L.

En el mes de setiembre de 2018 la concentración máxima de manganeso fue de 8.561 mg/L en el punto RCH-4; y una concentración mínima de 1.259 mg/L en el punto RCH-1; excediendo en ambos casos al ECA establecido de 0.2 mg/L.

Se determinó la cantidad de cobre en el mes de julio 2018; obteniendo la concentración máxima de 2.451 mg/L en el punto RCH-2; y una concentración mínima de <0.0084 mg/L en los punto RCH-1 y RCH-4; siendo el ECA establecido de 0.2 mg/L.

En el mes de setiembre de 2018 la concentración máxima de cobre fue de 2.451 mg/L en el punto RCH-2; y una concentración mínima de <0.0084 mg/L en los punto RCH-1 y RCH-4; siendo el ECA establecido de 0.2 mg/L.

REFERENCIAS

- Baird, C., Cann M. 2014. Química Ambiental. 5ed. Buenos Aires, Argentina
- Cornelis, R., Nordberg, M. 2007. General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. Handbook on the toxicology of metals. USA
- Arce, O. 2000. Metales pesados presentes en el agua. Manual de prácticas de la Universidad Mayor de San Simón. Bolivia [en línea] Fecha de consulta 14 Jul. 2018. Disponible en: <http://www.fcyt.umss.edu.bo/docentes/29/practicass/practica4.pdf>.
- Rosas, H. (2015). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Título doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Fernandez, M. 2012. Aluminum- Induced Oxidative Stress and Neurotoxicity in Grass Carp (Cyprinidae-Ctenopharingodon idella). Ecotoxicology and Environmental Safety, Ciudad de México.
- Gonzalo, L. 2010. Metales pesados: aportaciones al estudio toxicológico de especies y alimentos marinos en las Islas Canarias. Ciencias Y Tecnologías. España.
- Peris, M. 2006. Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellon (España) PhD. Tesis. Ingeniería Química. Valencia, España. Universidad de Valencia.
- Weinberg, J. 2010. Internattional POPs Elimination Netwok (IPEN). Cooperacion con Agencia Sueca de Proteccion Ambiental y a la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente y a otros donantes de IPEN. Suecia.

- Herrera A., Heredia E. 2017. Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y Diciembre, 2016. Tesis Título. Chiclayo, Perú. Universidad de Lambayeque.
- Jara M. 2003. Distribución de metales pesados en agua y sedimentos y sus efectos sobre la vida acuática en la cuenca superior del río Santa. Tesis Maestro. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mejía O. 2016. Contaminación de agua por metales producto de la actividad minera metálica en el río Zaña, Chiclayo- Lambayeque - Junio 2014- Abril 2015. Tesis Título. Chiclayo, Perú. Universidad de Lambayeque.
- Izquierdo J, Verástegui S. 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 Título. Cajamarca, Perú, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Litter, M., Pérez, A., Amorgada, M. E., Ramos, O., Quintanilla, J. y Fernández, A. 2008. Formas presentes de arsénico en agua y suelo. Argentina.
- Ministerio del ambiente y recursos naturales, 2015. Guía para el manejo de productos químicos y desechos peligrosos. Guatemala.
- Alarcón A. 2001. El boro como nutriente esencial. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia.
- Moseman F. 1994. Chemical disposition of boron in animals and humans. Environ Health Perspect .

- Unana, A., Herrero J. y Legaz R. 1996. Relación del contenido de boro soluble con distintos parámetros edáficos y ambientales en suelos de Navarra.
- Parks J, Edwuads M. 2005. Boron in the environment. Critical reviews in Environmental Sciencie and Biotechnology.
- Velázquez M., Pimentel J., 2011. Estudio de la distribución de boro en fuentes de agua de la cuenca del río duero, México, utilizando análisis estadístico multivariado. México
- Rubio C., Gonzalez D., Et al. 2007. El zinc: Oligoelemento esencial. Universidad de la Laguna. España
- Ramírez, A. (2016). Estudio de la contaminación por pesticidas de las aguas superficiales de la provincia de Jaén. Universidad de Jaén.
- UNIPLOM, 2004. El Plomo Hechos y realidades: Fuentes, niveles y desplazamientos del plomo en el medio ambiente. Disponible en <http://www.uniplom.es/fuentes.htm>
- García S., 2013. Estudios de especiación de arsénico y acumulación de metales en muestras de interés medioambiental. Tesis. Universidad Politécnica De Madrid. España.
- Herszage J. 2001. Oxidación de compuestos sulfurados en presencia de óxidos metálicos de interés en química de medio ambiente. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Lominchar M. 2010. Estudio del Comportamiento y Distribución del Mercurio Presente en Muestras de Suelo Recogidas en la Ribera del Río Valdeazogues. USA.

- Castañon G., 1971. Determinación del plomo como elemento natural. Facultad de Ciencias de la universidad de Campostella. España
- Beltran M. 2016. Biorremediación de metales pesados cadmio (cd), cromo (cr) y mercurio (hg) mecanismos bioquímicos e ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada.
- Machado A., et al, 2008. Contaminación por metales (Pb, Zn, Ni y Cr) en aire, sedimentos viales y suelo en una zona de alto tráfico vehicular. Mexico.

Anexos

Resultados muestreo Julio



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
Níquel	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



Resultados muestreo Setiembre



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



Panel Fotográfico

