

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTÍC,
CHONGOYAPITO Y INGUERYACU – QUEROCOTILLO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autor: Bach. Henry Sánchez Dávila

Asesores: Dr. Santos Clemente Herrera Díaz

Dr. José Andrés León Mostacero

JAÉN – PERÚ, AGOSTO, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 09 de agosto del año 2019...; siendo las 16:00 horas, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador:

Presidente Mg. Jorge Antonio Delgado Soto
Secretaria Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo
Vocal Mg. María Marleni Torres Cruz

Para evaluar la Sustentación del INFORME FINAL DE TESIS; titulado: "CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTÍC, CHONGOYAPITO Y INGUERYACU-QUEROCOTILLO"; presentado por el Bachiller Henry Sánchez Dávila de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, los Miembros del Jurado Evaluador acuerdan:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	(<u>15</u>)
Regular	13	()
Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las...17:15...horas del mismo día, los Miembros del Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo
Secretaria Jurado Evaluador

Mg. Jorge Antonio Delgado Soto
Presidente Jurado Evaluador

Mg. María Marleni Torres Cruz
Vocal Jurado Evaluador

**“CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTÍC, CHONGOYAPITO
Y INGUERYACU – QUEROCOTILLO”**



Bach. Henry Sánchez Dávila

TESISTA



Dr. Santos Clemente Herrera Díaz

ASESOR



Dr. José Andrés León Mostacero

ASESOR

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL
Y AMBIENTAL**

Aprobado por el siguiente jurado:



Mg. Jorge Antonio Delgado Soto

PRESIDENTE



Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

SECRETARIA



Mg. María Marleni Torres Cruz

VOCAL

Índice general

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
III. MATERIAL Y MÉTODOS	14
3.1 Materiales usados en la investigación	14
3.1.1 Material de campo.....	14
3.1.2 Material de gabinete.....	14
3.1.3 Equipos.	14
3.2 Ubicación del área de estudio.....	15
3.3 Metodología.....	17
3.3.1 Diseño de la Investigación.	17
3.4 Población, muestreo y muestra.....	17
3.4.1 Población de estudio.	17
3.4.2 Muestreo.	17
3.4.3 Muestra.	17
3.4.4 Determinación del número de puntos de muestreo.....	17
3.4.5 Ubicación de los puntos de muestreo.....	18
3.4.6 Identificación de las muestras de agua.....	20
3.4.7 Procedimiento de toma de muestras de agua.	20
3.4.8 Preservación, almacenamiento y transporte de las muestras al laboratorio de análisis.....	21
IV. RESULTADOS	22
4.1 Determinación de la concentración de elementos químicos	22

4.2 Comparación de la concentración de elementos químicos de las muestras con los Estándares de Calidad Ambiental- ECAs nacionales para Agua	26
4.3 Comparación de concentración de elementos químicos en los tres ríos en estudio	28
4.4 Determinación de los ríos con mayor contaminación de elementos variables.....	30
4.5 Relación entre la concentración de elementos y la distancia a la fuente contaminante “mina” (Proyecto Minero La Granja).....	32
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
6.1 Conclusiones	51
6.2 Recomendaciones	51
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
DEDICATORIA	54
AGRADECIMIENTO	55
ANEXOS	56

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Paltíc..	22
Tabla 2. Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Chongoyapito	23
Tabla 3. Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Ingueryacu - punto A.....	24
Tabla 4. Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Ingueryacu - punto B.....	25
Tabla 5. Estándares de Calidad Ambiental para Agua - MINAM.....	26
Tabla 6. Comparación de la concentración de los elementos con los ECA nacionales para Agua A1 (aguas que pueden ser potabilizada con desinfección)	27
Tabla 7. Resumen de los análisis de varianza de las concentraciones de elementos	29
Tabla 8. Resumen de comparación de medias de los diferentes ríos con concentración variable de diferentes elementos.....	30

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Mapa de ubicación geográfica de la cuenca del río Chamaya.	15
Figura 2: Mapa del área de estudio.....	16
Figura 3: Mapa de ríos y quebradas del distrito de Querocotillo.	16
Figura 4: Mapa de distribución de los puntos de muestreo.	19
Figura 5: Ubicación de la zona estudiada (GOOGLE EARTH).	19
Figura 6: Relación de la concentración de aluminio y hierro con respecto a la distancia a partir de la mina.....	33
Figura 7: Relación de la concentración de cobre y arsénico con respecto a la distancia a partir de la mina.	33
Figura 8: Relación de la concentración de manganeso y bario con respecto a la distancia a partir de la mina.	34
Figura 9: Relación de la concentración de uranio y plomo con respecto a la distancia a partir de la mina.	34
Figura 10: Presencia de aluminio en los diferentes puntos de muestreo.	40
Figura 11: Presencia de arsénico en los diferentes puntos de muestreo.....	41
Figura 12: Presencia de bario en los diferentes puntos de muestreo.	42
Figura 13: Presencia de cobre en los diferentes puntos de muestreo.	43
Figura 14: Presencia de hierro en los diferentes puntos de muestreo.....	44
Figura 15: Presencia de manganeso en los diferentes puntos de muestreo.	45
Figura 16: Presencia de plomo en los diferentes puntos de muestreo.	46
Figura 17: Presencia de uranio en los diferentes puntos de muestreo.	48
Figura 18: Presencia de zinc en los diferentes puntos de muestreo.....	49

Índice de anexos

	Pág.
Anexo 1: Resultados de laboratorio ensayo 1	56
Anexo 2: Resultados de laboratorio ensayo 2	59
Anexo 3: Resultados de laboratorio ensayo 3	62
Anexo 4: Panel fotográfico.....	65

RESUMEN

El presente estudio tiene por objeto dar respuesta al problema de investigación que consiste en la concentración de elementos químicos metálicos, impactando al ambiente y la salud de quienes consumen estas aguas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo, Cutervo – Cajamarca. Problema que guarda relación con la hipótesis que está referida a la influencia que existe entre la distancia de la mina (Proyecto Minero La Granja) a los puntos de muestreo, donde se realizaron los ensayos de las concentraciones de los elementos metálicos presentes en los ríos de estudio. Para la toma de muestra se siguió el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Para los muestreos se seleccionaron cuatro puntos representativos del área de estudio, ubicados a cada 500 metros siguiendo la dirección de los ríos. Los resultados indican que la presencia de metales en el agua está por debajo de los valores establecidos por los ECAs, asimismo, el río que contiene mayores concentraciones de arsénico y hierro en su agua es el Paltíc, con un promedio de 0.00567 mg/L y 0.10667 mg/L respectivamente.

Palabras claves: concentración, metales, parámetro

ABSTRACT

The purpose of this study is to respond to the research problem that consists of the concentration of metallic chemical elements, impacting the environment and health of those who consume these waters from the Paltíc, Chongoyapito and Ingueryacu – Querocotillo, Cutervo – Cajamarca rivers. Problem that is related to the hypothesis that refers to the influence that exists between the mine (La Granja Mining Project) to the sampling points, where the tests of the concentrations of the metallic elements present in the rivers of study. The National Protocol for Quality Monitoring of Surface Water Resources was followed for sampling (Head Resolution N°. 010-2016-ANA). Four representative points of the study area were selected located every 500 meters following the direction of the rivers. The results indicate that the presence of metals in the water is below the values established by the RCTs, also, the river that contains the highest concentrations of arsenic and iron in its water is the Paltíc, with an average of 0.00567 mg/L, 0.10667 mg/L respectively.

Keywords: concentration, metals, parameters

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua de los ríos es una problemática ambiental generalizada. El aumento de población, de actividades mineras y agrícolas informales que se asientan en las riberas de los ríos, trae como consecuencia un incremento en los volúmenes de desechos contaminantes descargados a los cuerpos de agua.

Por lo tanto, Reyes (2012) afirma que el agua es un recurso indispensable para nuestra economía y para el abastecimiento de la población. Se ha considerado el recurso hídrico uno de los recursos naturales más importantes, junto con el aire, la tierra y la energía, ya que constituyen los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo, de tal manera que se relaciona la situación ambiental, económica, cultural, política, tecnológica de la zona con la calidad de vida del poblador... (p.22)

Es decir, siendo el agua uno de los recursos naturales más importantes para las actividades humanas, las poblaciones van requiriendo con el tiempo más agua para sus actividades; la consecuencia de esto es la incorporación a los ríos de materiales considerados como extraños, tales como productos químicos, microorganismos, aguas residuales y desechos industriales.

Es por ello que, Reyes (2012) afirma "...en las últimas décadas se vienen presentando las evidencias del efecto negativo que la humanidad viene aportando de manera creciente, al ambiente por la contaminación en todas sus formas; mayormente debido al aumento de la población" (p.23).

Dentro de este orden de ideas, Oldeman (citado por Cardona, 2013) afirma que "durante años los recursos naturales han sido sometidos a un proceso acelerado de degradación...". (p.1) Por lo tanto, se puede decir que la contaminación de los ríos como recurso vital, impiden la utilización del agua para el consumo humano, el riego y la ganadería, esto provoca una escasez vital de líquido, ya que está limitada por la calidad de la misma y no por la cantidad existente en los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo.

Salvarredy, Probst, Roulet y Isaure (2008) aseguran que “el arsénico puede encontrarse de manera natural en cantidades traza en varios suelos, mientras que en las zonas mineras esta cantidad puede elevarse. Este se encuentra asociado a oxihidróxidos de fierro” (pp.123-124). Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) existen riesgos industriales durante la extracción, el transporte y la preparación de los minerales, durante la producción y el uso del metal y las aleaciones en las fábricas de hierro y acero y en las fundiciones, y durante la fabricación y el uso de ciertos compuestos. (p.63)

Debido a la informalidad con que se vienen desarrollando las actividades agrícolas en las riberas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo, así como el desarrollo de la actividad minera en exploración en la microcuenca del río Paltíc, y la falta de control ambiental, hacen que potencialmente se pueda estar generando un espacio de alta contaminación con metales, incluso podría ser irreversible de agudizarse dicho problema. Por lo anterior, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuánto es la concentración de elementos químicos metálicos existentes en las aguas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo? ¿Cuáles son los riesgos que representan los metales presentes en las corrientes de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo, en el impacto ambiental y para la salud de quienes consumen estas aguas?

El río Ingueryacu se origina de la unión de los ríos Paltíc y Chongoyapito, es uno de los ríos más importantes del distrito de Querocotillo, provincia Cutervo, departamento Cajamarca, donde el uso que se da a sus aguas es para la agricultura y para consumo humano (habitantes que se asientan a la ribera del río). A su vez sirve como cuerpo receptor y medio de transporte de desechos domésticos y humanos, así como también desechos provenientes de la práctica agrícola (plaguicidas y fertilizantes).

Mientras que, en la microcuenca del río Paltíc existe actividad minera en exploración (Proyecto Minero La Granja), la cual coexiste con la actividad agrícola. Para la selección del río Chongoyapito es meramente por su uso agrícola, es importante señalar que no se podía dejar de lado, puesto que estos tres ríos intersectan. Lo que motivó el desarrollo de la presente tesis de investigación respecto al estado de la calidad del agua.

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo general determinar la concentración de metales de las aguas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Determinar la concentración de metales de las aguas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu – Querocotillo.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la presencia de elementos metálicos de mayor concentración.
- Determinar cuál de los tres ríos es el más contaminado con metales.
- Comparar la concentración de los metales con los ECAs nacionales.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Materiales usados en la investigación

En el trabajo de campo y gabinete se utilizaron materiales, equipos y reactivos que se detallan a continuación.

3.1.1 Material de campo.

Para la toma de las muestras se utilizaron los siguientes materiales:

- Guantes descartables
- Marcador indeleble
- 12 botellas de plástico de 500 ml
- Preservante ácido nítrico (HNO_3) para muestras de agua
- Cadena de custodia
- Caja térmica
- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Chaleco

3.1.2 Material de gabinete.

Para el desarrollo de la presente investigación en gabinete se emplearon los siguientes materiales:

- Material de escritorio
- Formatos con información recopilada.

3.1.3 Equipos.

Para el desarrollo del muestreo en campo se emplearon los siguientes equipos:

- GPS Garmin
- Cámara fotográfica
- Motocicleta

3.2 Ubicación del área de estudio

Según la (Autoridad Nacional del Agua, 2009), la cuenca del río Chamaya es una de las 159 cuencas que define la Autoridad Nacional del Agua (ANA), identificada con las siglas U.H (unidad hidrográfica) 49896. Esta se encuentra ubicada en el Noroeste del Perú entre los departamentos de Cajamarca, Lambayeque y Piura, entre las coordenadas 4.987° - 6.682° Latitud Sur y 78.531° - 79.617° Longitud Oeste. La presente investigación ha sido desarrollada en el Sureste de la cuenca del río Chamaya, el cual abarca los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu; a su vez estos ríos forman parte del distrito de Querocotillo, provincia Cutervo, departamento Cajamarca.

Los puntos de ubicación de cada río en el que se desarrolló el presente trabajo, se georeferenciaron en la guía de navegador satelital del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), utilizando el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), distribuidos de la siguiente manera:

Río Paltíc: 17S, Este: 714,331.00 y Norte: 9,305,208.00

Río Chongoyapito: 17S, Este: 713,952.00 y Norte: 9,305,528.00

Río Ingueryacu (punto A): 17S, Este: 714,495.00 y Norte: 9,305,736.00

Río Ingueryacu (punto B): 17S, Este: 714,681.00 y Norte: 9,306,184.00

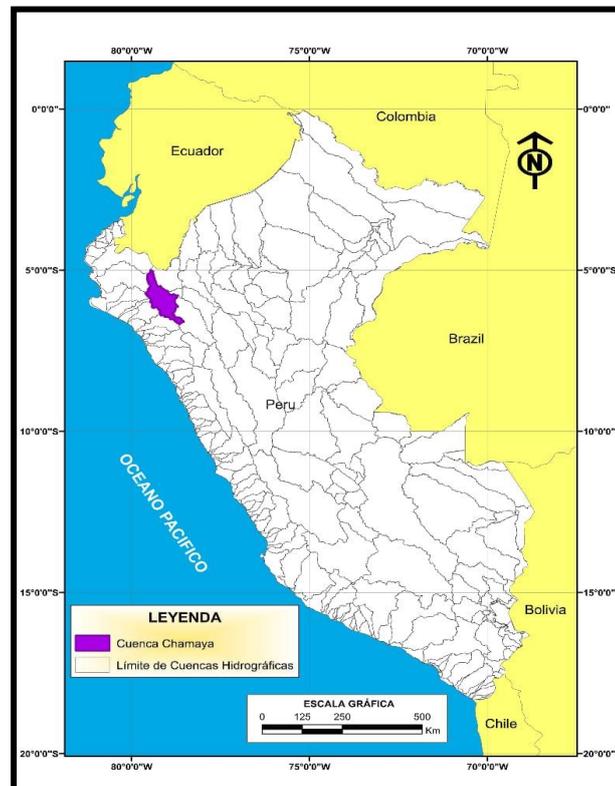


Figura 1: Mapa de ubicación geográfica de la cuenca del río Chamaya.

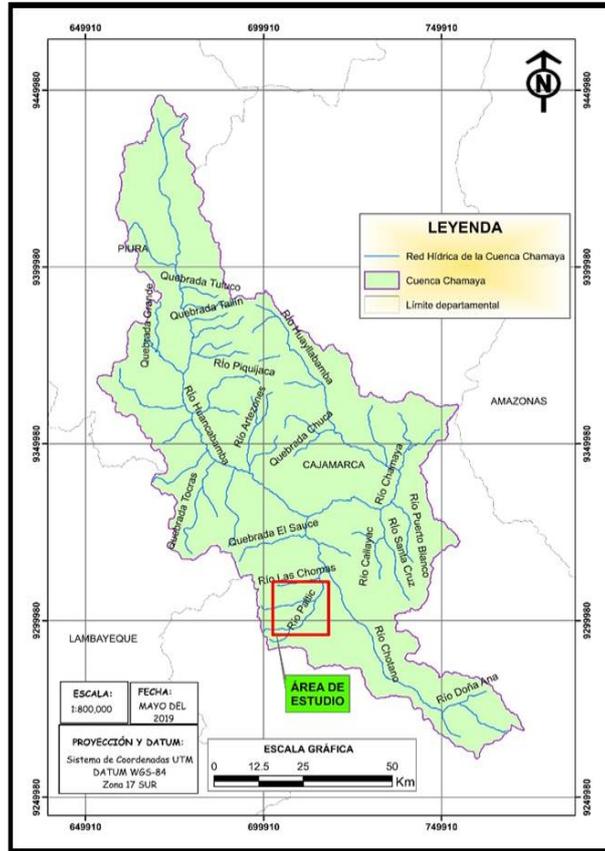


Figura 2: Mapa del área de estudio.

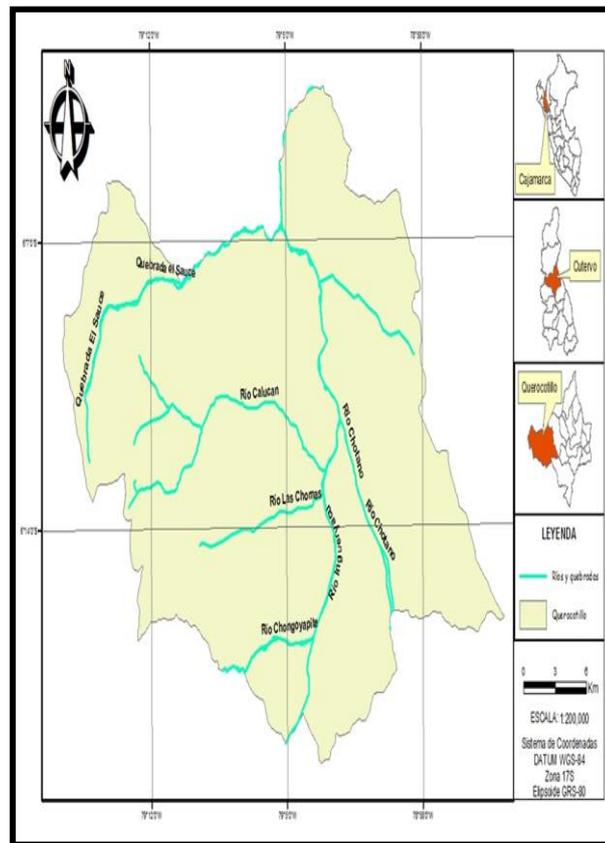


Figura 3: Mapa de ríos y quebradas del distrito de Quercotillo.

3.3 Metodología

3.3.1 Diseño de la Investigación.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) el diseño del estudio fue experimental, puesto que estos autores explican que estas investigaciones “son aquellos que reúnen dos requisitos para lograr el control y la validez interna: 1. Grupos de comparación (manipulación de la variable independiente). 2. Equivalencia de los grupos” (p. 141). En este sentido, el trabajo de investigación, como se mencionó anteriormente, consistió en obtener muestras de agua para determinar los elementos químicos presentes en ella.

3.4 Población, muestreo y muestra

3.4.1 Población de estudio.

El universo del estudio lo constituye todos los tributantes (ríos y quebradas) de la cuenca del río Chotano.

3.4.2 Muestreo.

En la presente investigación se aplicó un muestreo estratificado, considerando a los ríos en estudio, además de la ubicación del muestreo, la misma que tiene una distancia aproximada de 500 metros entre sí, además de hacerlo en tres momentos diferentes (10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto).

3.4.3 Muestra.

De acuerdo al tipo de muestreo y a todas las consideraciones, el número de muestras fueron cuatro, con tres repeticiones (señaladas en el párrafo anterior).

3.4.4 Determinación del número de puntos de muestreo.

Se realizaron 12 análisis en tres frecuencias, se tomó tres muestras de agua en cada estación, una muestra cada dos meses a una distancia de 500 metros entre puntos distribuidos así:

- Tres muestras de agua en el río Paltíc: 17S, Este: 714,331.00 y Norte: 9,305,208.00
- Tres muestras de agua en el río Chongoyapito: 17S, Este: 713,952.00 y Norte: 9,305,528.00

- Tres muestras de agua en el río Ingueryacu (punto A): 17S, Este: 714,495.00 y Norte: 9,305,736.00
- Tres muestras de agua en el río Ingueryacu (punto B): 17S, Este: 714,681.00 y Norte: 9,306,184.00

3.4.5 Ubicación de los puntos de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo cumplió los siguientes criterios:

- a. Identificación: el punto de muestreo fue identificado y reconocido claramente de manera que permitiera su ubicación exacta, para muestreos futuros.
- b. Accesibilidad: permitió un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra.
- c. Representatividad: se eligió un punto en donde el río estaba lo más regular, accesible y uniforme en profundidad.
- d. Registro de datos de campo: para el llenado de cadena de custodia utilizada en el monitoreo se consideró los datos de registro. Nombre de la persona, correo electrónico, número telefónico del responsable de la toma de muestras, clasificación de la matriz de agua, código del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento.

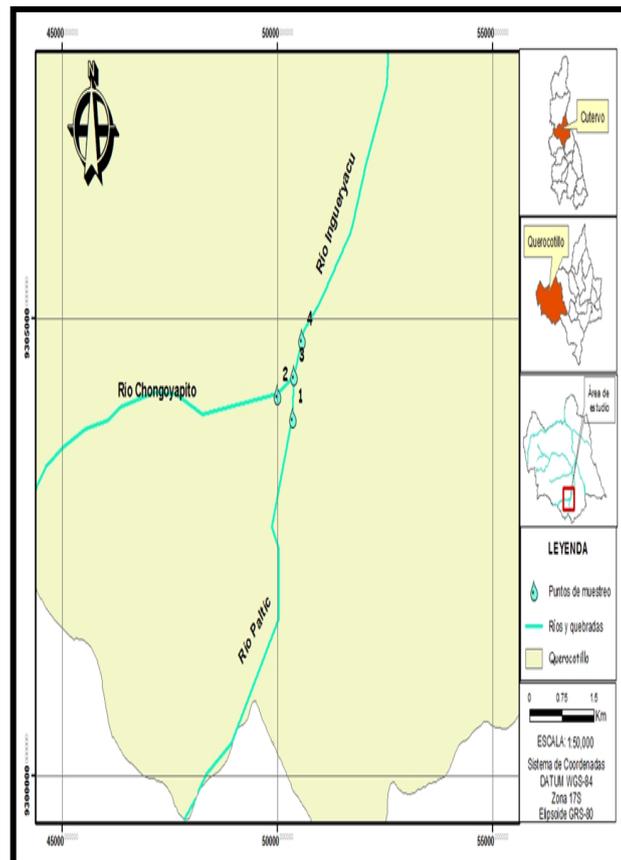


Figura 4: Mapa de distribución de los puntos de muestreo.



Figura 5: Ubicación de la zona estudiada (GOOGLE EARTH).

3.4.6 Identificación de las muestras de agua.

Los frascos fueron rotulados con etiquetas autoadhesivas para su identificación antes de la toma de muestra, escrito con letra clara y legible conteniendo la siguiente información:

- Número de muestra (referido al orden de toma de muestra)
- Código de identificación (estación de muestreo)
- Localización de muestra (coordenada UTM)
- Fecha y hora de la toma de muestra
- Tipo de preservante utilizado
- Nombre del responsable de la toma de muestra.

3.4.7 Procedimiento de toma de muestras de agua.

Para la toma de muestras se siguieron las recomendaciones establecidas en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Se tuvo en cuenta, el cumplimiento de las etapas del proceso de muestreo, con la finalidad de que la muestra fuera lo más representativa posible, a fin de asegurar la integridad de la misma desde su recolección hasta el reporte de los resultados. Para ello se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Los frascos utilizados fueron de plástico de 500 ml de capacidad, estables (de primer uso), los cuales estuvieron limpios y secos para evitar contaminación.
- Los guantes descartables se emplearon antes del inicio de la toma de muestra y se desecharon luego de culminado el muestreo en cada punto.
- Antes de coleccionar las muestras se enjuagaron los frascos tres veces con el agua del mismo río y del mismo punto a tomar la muestra para evitar posibles sustancias en su interior.
- Para la toma de muestras se evitó las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestras se realizó en el centro de la corriente a una profundidad de 20 cm.
- El frasco se sumergió en dirección opuesta al flujo del río.

- Para el llenado se consideró un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase (parte superior), para agregar posteriormente el preservante y permitir la expansión de la muestra.

3.4.8 Preservación, almacenamiento y transporte de las muestras al laboratorio de análisis.

a. Preservación

Una vez tomada la muestra de agua, en suelo firme se procedió inmediatamente a adicionarle el preservante concentrado¹, que en este caso fue ácido nítrico (HNO₃). Esto consistió en agregar 15 gotas de ácido nítrico, a fin de que el agua muestreada bajara su pH ≤ 2, para que esta muestra estabilice sus propiedades químicas tales como pH, entalpía de formación, energía o potencial de ionización y estabilidad química, hasta llegar al laboratorio, Una vez hecho esto se cerró herméticamente el frasco y se homogenizó (agitando el envase).

b. Almacenamiento y transporte de las muestras al laboratorio de análisis

Las muestras recolectadas se almacenaron en caja térmica (fabricada con material tecnopor) de forma vertical para que no ocurrieran derrames ni se expusieran a la luz del sol. Asimismo, para el transporte de las muestras se selló la caja térmica de forma que asegurara la integridad de las muestras.

Las muestras fueron transportadas al Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca para su análisis, el cual se llevó a cabo por medio terrestre.

¹ Indicaciones del responsable del Laboratorio Regional del Agua - Gobierno Regional de Cajamarca

IV. RESULTADOS

En el presente capítulo presenta los resultados del análisis químico de las aguas tomadas en los diferentes puntos de muestreo, con los que se procedió a ordenar, transformar, evaluar, aplicar pruebas estadísticas como el análisis de varianza, pruebas de comparación, como Tukey, Duncan, y presentar los resultados de las pruebas aplicadas.

4.1 Determinación de la concentración de elementos químicos

Tabla 1.

Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Paltíc

N°	Elementos	Unidad de medida mg/L				Máximo Obtenido
		Símbolo	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
1	Aluminio	Al	0.123	0.148	0.120	0.148
2	Arsénico	As	0.007	<0.003	0.007	0.007
3	Bario	Ba	0.004	0.006	0.008	0.008
4	Berilio	Be	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
5	Boro	B	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
6	Cadmio	Cd	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
7	Cromo	Cr	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
8	Cobre	Cu	<0.014	0.015	<0.014	0.015
9	Hierro	Fe	0.104	0.104	0.112	0.112
10	Manganeso	Mn	0.015	0.016	0.010	0.016
11	Molibdeno	Mo	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
12	Níquel	Ni	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
13	Plomo	Pb	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
14	Uranio	U	<0.004	0.005	<0.004	0.005
15	Zinc	Zn	<0.016	<0.016	0.019	0.019

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis hechos en el Laboratorio Regional del Agua- Cajamarca

En la tabla 1, se observan los resultados de las muestras de agua tomadas en el río Paltíc, en las coordenadas UTM 17 S, E: 714,331.00 - N: 9,305,208.00, las muestras fueron tomadas en hasta 3 oportunidades (10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto) en el mismo punto de muestreo.

A cada muestra se le realizó un análisis de laboratorio con el método de ensayo EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, lo cual permitió determinar la presencia y cuales presentan una mayor concentración de los elementos químicos en el agua, reportados en la tabla 1.

Tabla 2.

Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Chongoyapito

N°	Elementos	Unidad de medida mg/L				Máximo Obtenido
		Símbolo	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
1	Aluminio	Al	0.178	0.118	0.147	0.178
2	Arsénico	As	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
3	Bario	Ba	0.006	0.006	0.009	0.009
4	Berilio	Be	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
5	Boro	B	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
6	Cadmio	Cd	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
7	Cromo	Cr	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
8	Cobre	Cu	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014
9	Hierro	Fe	0.097	0.050	0.059	0.097
10	Manganeso	Mn	0.008	0.010	0.020	0.020
11	Molibdeno	Mo	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
12	Níquel	Ni	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
13	Plomo	Pb	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
14	Uranio	U	<0.004	0.004	<0.004	0.004
15	Zinc	Zn	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis hechos en el Laboratorio Regional del Agua- Cajamarca

En la tabla 2, se observan las muestras de agua tomadas en el río Chongoyapito, en las coordenadas UTM 17 S, E: 713,952.00, N: 9,305,528.00, las muestras fueron tomadas en hasta 3 oportunidades (10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto) en el mismo punto de muestreo.

A cada muestra se le realizó un análisis de laboratorio con el método de ensayo EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission

Spectrometry, lo cual permitió determinar la presencia y cuales presentan una mayor concentración de los elementos químicos en el agua, reportados en la tabla 2.

Tabla 3.

Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Ingueryacu - punto A

N°	Elementos	Símbolo	Unidad de medida mg/L			Máximo Obtenido
			Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
1	Aluminio	Al	0.154	0.112	0.160	0.160
2	Arsénico	As	0.003	<0.003	0.003	0.003
3	Bario	Ba	0.006	0.006	0.009	0.009
4	Berilio	Be	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
5	Boro	B	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
6	Cadmio	Cd	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
7	Cromo	Cr	0.002	<0.002	<0.002	0.002
8	Cobre	Cu	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014
9	Hierro	Fe	0.084	0.064	0.087	0.087
10	Manganeso	Mn	0.009	0.014	0.018	0.018
11	Molibdeno	Mo	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
12	Níquel	Ni	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
13	Plomo	Pb	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
14	Uranio	U	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
15	Zinc	Zn	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis hechos en el Laboratorio Regional del Agua- Cajamarca

En la tabla 3, se observan las muestras de aguas tomadas en el río Ingueryacu - punto A, en las coordenadas UTM 17 S, E: 714,495.00, N: 9,305,736.00, es preciso indicar que la muestra punto A tomada en el río Ingueryacu se encuentra en la unión o punto de entrega de los ríos Paltíc y Chongoyapito, el mismo que se constituye en el inicio del río Ingueryacu.

A cada muestra se le realizó un análisis de laboratorio con el método de ensayo EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, lo cual permitió determinar la presencia y cuales presentan una mayor concentración de los elementos químicos en el agua, reportados en la tabla 3.

Tabla 4.

Concentración de elementos químicos en las muestras analizadas del río Ingueryacu - punto B

N°	Elementos	Unidad de medida mg/L				Máximo Obtenido
		Símbolo	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
1	Aluminio	Al	0.151	0.116	0.161	0.161
2	Arsénico	As	0.006	<0.003	<0.003	0.006
3	Bario	Ba	0.006	0.006	0.009	0.009
4	Berilio	Be	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
5	Boro	B	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
6	Cadmio	Cd	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
7	Cromo	Cr	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
8	Cobre	Cu	<0.014	<0.014	<0.014	<0.014
9	Hierro	Fe	0.099	0.067	0.080	0.099
10	Manganeso	Mn	0.012	0.022	0.016	0.022
11	Molibdeno	Mo	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
12	Níquel	Ni	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
13	Plomo	Pb	0.004	<0.003	<0.003	0.004
14	Uranio	U	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
15	Zinc	Zn	<0.016	<0.016	<0.016	<0.016

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis hechos en el Laboratorio Regional del Agua- Cajamarca

En la tabla 4, se observan las muestras de aguas tomadas en el río Ingueryacu - punto B, en las coordenadas UTM 17 S, E: 714,681.00, N: 9,306,184.00, el mencionado sitio de muestreo se encuentra a aproximadamente 500 m de inicio del río Ingueryacu.

De manera individual a cada muestra se le realizó un análisis de laboratorio con el método de ensayo EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, lo cual permitió determinar la presencia y cuales presentan una mayor concentración de los elementos químicos en el agua, reportados en la tabla 4.

4.2 Comparación de la concentración de elementos químicos de las muestras con los Estándares de Calidad Ambiental- ECAs nacionales para Agua

En el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, publicado en el mes de junio del año 2017, se establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua del Ministerio del Ambiente, que establece los parámetros para comparar los valores de los elementos químicos presentes en las aguas de los ríos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua del Ministerio del Ambiente.

Tabla 5.

Estándares de Calidad Ambiental para Agua - MINAM

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

Tabla 6.

Comparación de la concentración de los elementos con los ECA nacionales para Agua A1 (aguas que pueden ser potabilizada con desinfección)

Elementos	Símbolo	Ríos	N° de fechas	Unidad de medida	
				Máximo obtenido	ECA (A1)
Aluminio	Al	río Paltíc	3	0.148	0.9
		río Chongoyapito	3	0.178	0.9
		río Ingueryacu – punto A	3	0.160	0.9
		río Ingueryacu – punto B	3	0.161	0.9
Arsénico	As	río Paltíc	3	0.007	0.01
		río Chongoyapito	3	<0.003	0.01
		río Ingueryacu – punto A	3	0.003	0.01
		río Ingueryacu – punto B	3	0.006	0.01
Bario	Ba	río Paltíc	3	0.008	0.7
		río Chongoyapito	3	0.009	0.7
		río Ingueryacu – punto A	3	0.009	0.7
		río Ingueryacu – punto B	3	0.009	0.7
Berilio	Be	río Paltíc	3	<0.002	0.012
		río Chongoyapito	3	<0.002	0.012
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.002	0.012
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.002	0.012
Boro	B	río Paltíc	3	<0.021	2.4
		río Chongoyapito	3	<0.021	2.4
		río Ingueryacu – punto n A	3	<0.021	2.4
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.021	2.4
Cadmio	Cd	río Paltíc	3	<0.002	0.003
		río Chongoyapito	3	<0.002	0.003
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.002	0.003
		río Ingueryacu – punto n B	3	<0.002	0.003
Cromo	Cr	río Paltíc	3	<0.002	0.05
		río Chongoyapito	3	<0.002	0.05
		río Ingueryacu – punto A	3	0.002	0.05
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.002	0.05
Cobre	Cu	río Paltíc	3	0.015	2
		río Chongoyapito	3	<0.014	2
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.014	2
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.014	2
Hierro	Fe	río Paltíc	3	0.112	0.3
		río Chongoyapito	3	0.097	0.3
		río Ingueryacu – punto A	3	0.087	0.3
		río Ingueryacu – punto B	3	0.099	0.3

...Continua

...Continúa

Manganeso	Mn	río Paltíc	3	0.016	0.4
		río Chongoyapito	3	0.020	0.4
		río Ingueryacu – punto A	3	0.018	0.4
		río Ingueryacu – punto B	3	0.022	0.4
Molibdeno	Mo	río Paltíc	3	<0.002	0.07
		río Chongoyapito	3	<0.002	0.07
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.002	0.07
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.002	0.07
Níquel	Ni	río Paltíc	3	<0.002	0.07
		río Chongoyapito	3	<0.002	0.07
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.002	0.07
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.002	0.07
Plomo	Pb	río Paltíc	3	<0.003	0.01
		río Chongoyapito	3	<0.003	0.01
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.003	0.01
		río Ingueryacu – punto B	3	0.004	0.01
Uranio	U	río Paltíc	3	0.005	0.02
		río Chongoyapito	3	0.004	0.02
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.004	0.02
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.004	0.02
Zinc	Zn	río Paltíc	3	0.019	3
		río Chongoyapito	3	<0.016	3
		río Ingueryacu – punto A	3	<0.016	3
		río Ingueryacu – punto B	3	<0.016	3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se observa la comparación de la máxima concentración de los elementos analizados con los Estándares de Calidad Ambiental – ECA, los mismos que muestran que en ningún punto de muestreo y en ninguna fecha y para ningún elemento estos valores son superiores a los Estándares de Calidad Ambiental nacionales establecidos para Agua A1 (aguas que puede ser potabilizada con desinfección).

4.3 Comparación de concentración de elementos químicos en los tres ríos en estudio

Indicando que a pesar que no existe concentración de algún elemento por encima de los valores de los Estándares de Calidad Ambiental – ECA y para responder al objetivo específico 2 denominado “Determinar cuál de los tres ríos es el más contaminado con metales”, se han considerado analizar los datos bajo la prueba análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta la concentración de elementos que no tiene variación alguna en todos los análisis de agua realizados, caso del berilio, boro, cadmio, cromo,

molibdeno y níquel, además que sus concentraciones son ínfimas considerando que están en el orden de trazas, por debajo de Límite de Cuantificación del Método (<LCM).

Para poder efectuar el análisis de varianza también ha sido necesario transformar los datos de mg/L a mg/m³, esto con la única finalidad de poder estimar la suma de cuadrados y cuadrado medios con valores de decimales menores a 3. A continuación en la tabla 7 se muestra el resumen de los análisis de varianza de los elementos que presentan variación estadística.

Tabla 7.

Resumen de los análisis de varianza de las concentraciones de elementos

Elementos	Símbolo	Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Sig.
Aluminio	Al	Tratamientos	3	484.67	161.56	0.27	0.84
		Error	8	4,758.00	594.75		
		Total	11	5,242.67			
Arsénico	As	Tratamientos	3	14.25	4.75	2.28	0.16
		Error	8	16.67	2.08		
		Total	11	30.92			
Bario	Ba	Tratamientos	3	2.25	0.75	0.23	0.87
		Error	8	26.00	3.25		
		Total	11	28.25			
Cobre	Cu	Tratamientos	3	0.25	0.08	1.00	0.44
		Error	8	0.67	0.08		
		Total	11	0.92			
Hierro	Fe	Tratamientos	3	2,354.92	784.97	2.96	0.10
		Error	8	2,118.00	264.75		
		Total	11	4,472.92			
Manganeso	Mn	Tratamientos	3	27.00	9.00	0.37	0.78
		Error	8	194.67	24.33		
		Total	11	221.67			

gl: Grados de libertad

Fc: Factor calculable

Sig: Significancia estadística al 5 %

Fuente: SPSS Ver. 21

En la tabla 7, se observa que no existe una significativa variabilidad en la concentración del aluminio, bario, manganeso entre los diferentes ríos o puntos de muestreo establecidos. Para el caso de elementos como arsénico, cobre, hierro encontramos variación estadística significativa entre los diferentes ríos en estudio.

4.4 Determinación de los ríos con mayor contaminación de elementos variables

Considerando que algunos elementos de los que se aplicó el análisis de varianza presentan significancia, es necesario efectuar pruebas de comparación de medias como es prueba de Tukey y Duncan, que se precisan en la tabla 8.

Tabla 8.

Resumen de comparación de medias de los diferentes ríos con concentración variable de diferentes elementos

Arsénico				
			Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05
Río		N	1	1
HSD	río Chongoyapito	3	3.00	3.00
Tukey ^a	río Ingueryacu - punto A	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto B	3	4.00	4.00
	río Paltíc	3	5.67	5.67
	Sig.		0.19	0.19
Duncan ^a	río Chongoyapito	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto A	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto B	3	4.00	4.00
	río Paltíc	3	5.67	5.67
	Sig.		0.07	0.07
Cobre				
			Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05
Río		N	1	1
HSD	río Chongoyapito	3	14.00	14.00
Tukey ^a	río Ingueryacu - punto A	3	14.00	14.00
	río Ingueryacu - punto B	3	14.00	14.00
	río Paltíc	3	14.33	14.33
	Sig.		0.53	0.53
Duncan ^a	río Chongoyapito	3	14.00	14.00
	río Ingueryacu - punto A	3	14.00	14.00
	río Ingueryacu - punto B	3	14.00	14.00
	río Paltíc	3	14.33	14.33
	Sig.		0.22	0.22

...Continua

...Continua

Hierro

		N	Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05	
Río		N	1	1	2
HSD	río Chongoyapito	3	68.67	68.67	
Tukey ^a	río Ingueryacu - punto A	3	78.33	78.33	
	río Ingueryacu - punto B	3	82.00	82.00	
	río Paltíc	3	106.67	106.67	
	Sig.		0.08	0.08	
Duncan ^a	río Chongoyapito	3	68.67	68.67	
	río Ingueryacu - punto A	3	78.33	78.33	78.33
	río Ingueryacu - punto B	3	82.00	82.00	82.00
	río Paltíc	3	106.67		106.67
	Sig.		0.03	0.36	0.07

Plomo

		N	Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05
Río		N	1	1
HSD	río Paltíc	3	3.00	3.00
Tukey ^a	río Chongoyapito	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto A	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto B	3	3.33	3.33
	Sig.		0.53	0.53
Duncan ^a	río Paltíc	3	3.00	3.00
	río Chongoyapito	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto A	3	3.00	3.00
	río Ingueryacu - punto B	3	3.33	3.33
	Sig.		0.22	0.22

Uranio

		N	Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05
Río		N	1	1
HSD	río Chongoyapito	3	4.00	4.00
Tukey ^a	río Ingueryacu - punto A	3	4.00	4.00
	río Ingueryacu - punto B	3	4.00	4.00
	río Paltíc	3	4.33	4.33
	Sig.		0.53	0.53
Duncan ^a	río Chongoyapito	3	4.00	4.00
	río Ingueryacu - punto A	3	4.00	4.00
	río Ingueryacu - punto B	3	4.00	4.00
	río Paltíc	3	4.33	4.33
	Sig.		0.22	0.22

...Continua

Zin

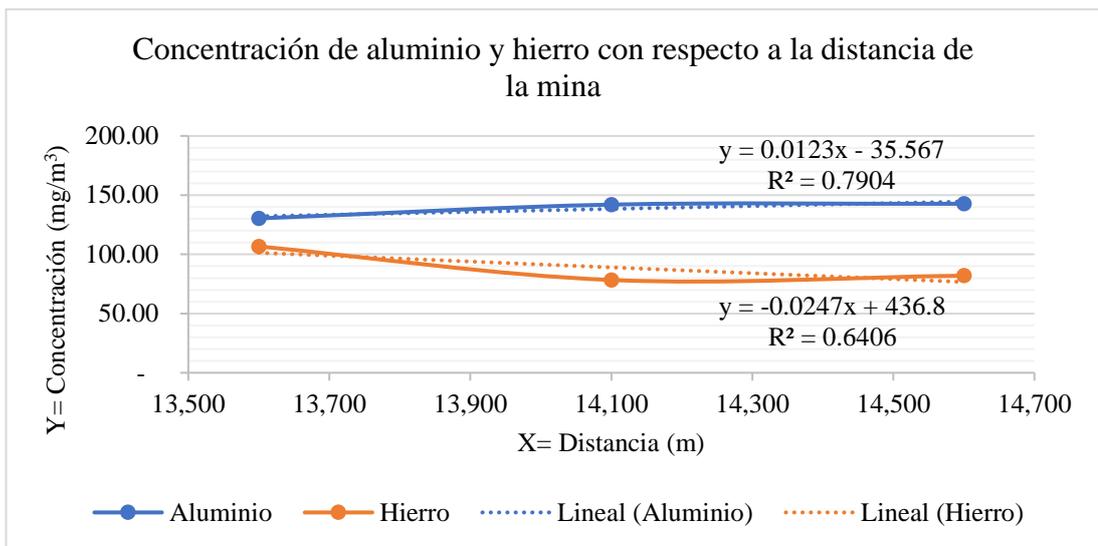
			Subconjunto para alfa = 0.01	Subconjunto para alfa = 0.05
Río		N	1	1
HSD Tukey ^a	río Chongoyapito	3	16.00	16.00
	río Ingueryacu - punto A	3	16.00	16.00
	río Ingueryacu - punto B	3	16.00	16.00
	río Paltíc	3	17.00	17.00
	Sig.		0.53	0.53
Duncan ^a	río Chongoyapito	3	16.00	16.00
	río Ingueryacu - punto A	3	16.00	16.00
	río Ingueryacu - punto B	3	16.00	16.00
	río Paltíc	3	17.00	17.00
	Sig.		0.22	0.22

N: Número de fechas

Fuente: SPSS Ver.21

4.5 Relación entre la concentración de elementos y la distancia a la fuente contaminante “mina” (Proyecto Minero La Granja)

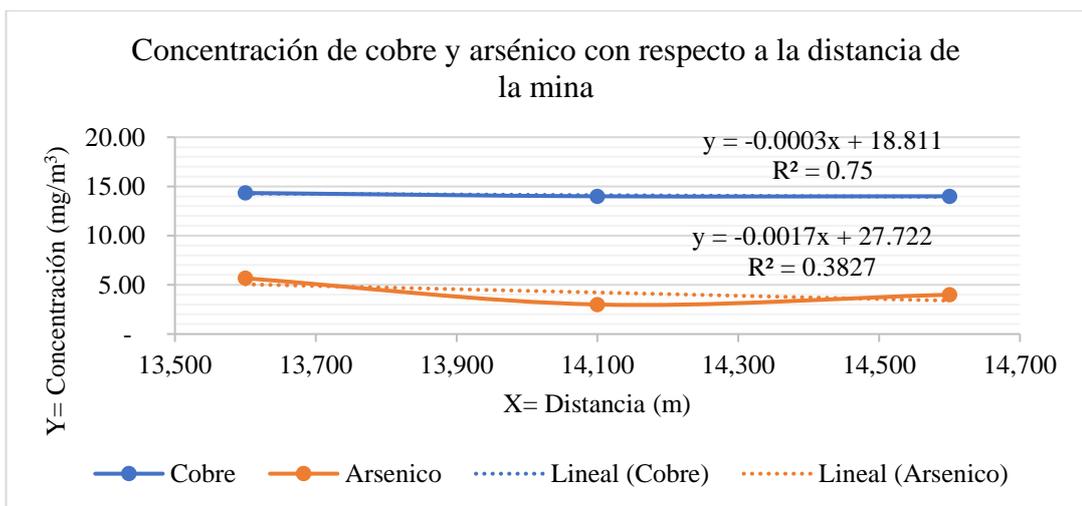
Teniendo en cuenta que la hipótesis de la investigación es relacionar y correlacionar el grado de “contaminación” o comportamiento de los diferentes elementos con respecto a la distancia de la posible fuente de contaminación que sería la mina, se ha relacionado mediante una correlación lineal el comportamiento de la concentración de los diferentes elementos que muestran variabilidad (aluminio, arsénico, boro, cobre, plomo, uranio, hierro y manganeso) con respecto a la distancia acumulada a partir de la fuente contaminante en este caso la mina, conforme se muestra en las figuras siguientes.



Y: Concentración de los metales en mg/m³

X: Distancia desde el punto de contaminación (Proyecto Minero La Granja) al punto de muestreo en metros

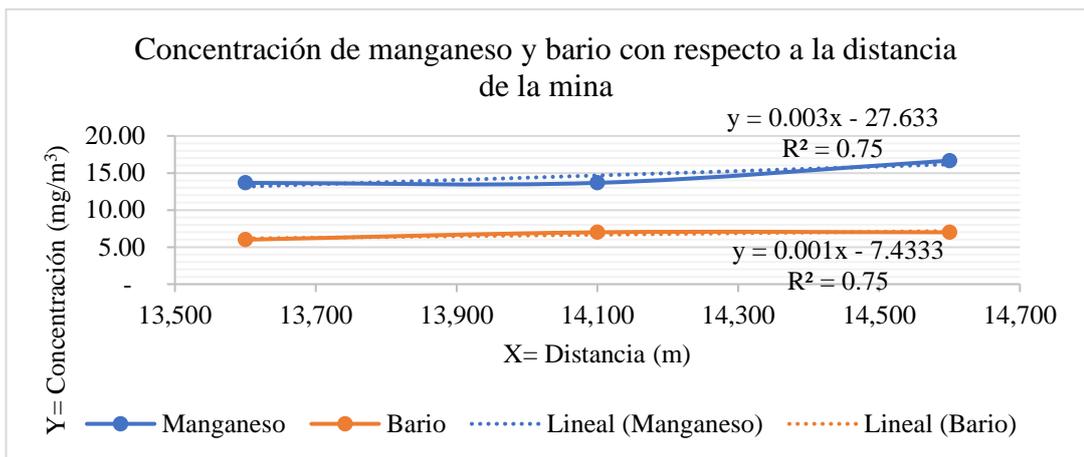
Figura 6: Relación de la concentración de aluminio y hierro con respecto a la distancia a partir de la mina.



Y: Concentración de los metales en mg/m³

X: Distancia desde el punto de contaminación (Proyecto Minero La Granja) al punto de muestreo en metros

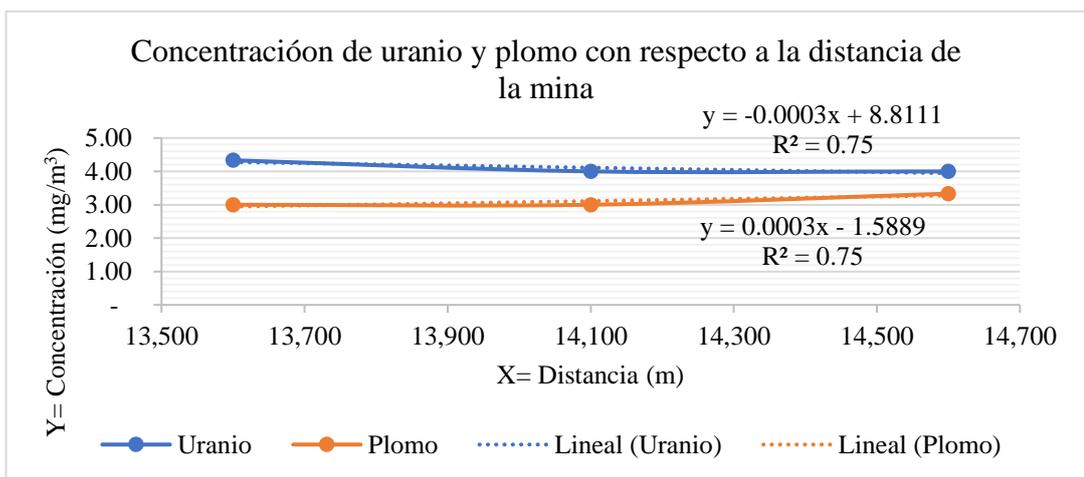
Figura 7: Relación de la concentración de cobre y arsénico con respecto a la distancia a partir de la mina.



Y: Concentración de los metales en mg/m^3

X: Distancia desde el punto de contaminación (Proyecto Minero La Granja) al punto de muestreo en metros

Figura 8: Relación de la concentración de manganeso y bario con respecto a la distancia a partir de la mina.



Y: Concentración de los metales en mg/m^3

X: Distancia desde el punto de contaminación (Proyecto Minero La Granja) al punto de muestreo en metros

Figura 9: Relación de la concentración de uranio y plomo con respecto a la distancia a partir de la mina.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de la investigación señalados en la tabla 1, en el río Paltíc los metales con mayor concentración son aluminio, arsénico, bario, cobre, hierro, manganeso, uranio y zinc, mientras que en el río Chongoyapito se observó en mayor concentración el aluminio, bario, hierro, manganeso y uranio, tal como se evidencia en la tabla 2, la tabla 3 detalla que en el río Ingueryacu – punto A está presente en mayor concentración el aluminio, arsénico, bario, cromo, hierro y manganeso, finalmente, en el río Ingueryacu – punto B está presente en mayor concentración el aluminio, arsénico, bario, hierro, manganeso y plomo, tal como se evidencia en la tabla

Se debe precisar igualmente que elementos como el berilio, boro, cadmio, molibdeno y níquel, su presencia es ínfima y se encuentra inferior al Límite de Cuantificación del Método, hecho por el cual sus valores son iguales y no se puede analizar variación entre estos con respecto a los puntos de muestreo.

En la tabla 6: Comparación de la concentración de los elementos con los ECA nacionales para Agua A1 (aguas que pueden ser potabilizada con desinfección), los elementos presentes en las aguas de los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu (en sus dos puntos muestrales), están por debajo de los máximos permitidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua A1 (aguas que pueden ser potabilizada con desinfección).

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 6, se puede determinar que:

Aluminio

El aluminio presentó concentraciones de 0.148 mg/L en el río Paltíc, 0.178 mg/L en el río Chongoyapito y en el río Ingueryacu en sus dos puntos muestrales (A – B) 0.160 mg/L, 0.161 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.9 mg/L) en su categoría para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Arsénico

Los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentaron concentraciones de arsénico en 0.007 mg/L, <0.003 mg/L, 0.003 mg/L, 0.006 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.01 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Bario

Las concentraciones de bario en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) oscilaron entre 0.008 mg/L, 0.009 mg/L, 0.009 mg/L, 0.009 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.07 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Berilio

El berilio presentó concentraciones de <0.002 mg/L en el río Paltíc, <0.002 mg/L en el río Chongoyapito y en el río Ingueryacu en sus dos puntos muestrales (A – B) <0.002 mg/L, <0.002 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.012 mg/L) en su categoría para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Boro

Las concentraciones de boro en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) oscilaron entre <0.021 mg/L, <0.021 mg/L, <0.021 mg/L, <0.021 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (2,4 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Cadmio

Los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentaron concentraciones de cadmio en <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida

máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.003 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Cromo

El cromo presentó concentraciones de <0.002 mg/L en el río Paltíc, <0.002 mg/L en el río Chongoyapito y en el río Ingueryacu en sus dos puntos muestrales (A – B) 0.002 mg/L, <0.002 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.05 mg/L) en su categoría para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Cobre

Las concentraciones de cobre en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) oscilaron entre 0.015 mg/L, <0.014 mg/L, <0.014 mg/L, <0.014 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (2 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Hierro

Las concentraciones de hierro en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) fluctuaron entre 0.112 mg/L, 0.097 mg/L, 0.087 mg/L, 0.099 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.3 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Manganeso

El manganeso presentó concentraciones de 0.016 mg/L en el río Paltíc, 0.020 mg/L en el río Chongoyapito y en el río Ingueryacu en sus dos puntos muestrales (A – B) 0.018 mg/L, 0.022 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.4 mg/L) en su categoría para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Molibdeno

Los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentaron concentraciones de molibdeno en <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.07 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Níquel

Las concentraciones de níquel en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) oscilaron entre <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L, <0.002 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.07 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Plomo

El plomo presentó concentraciones de <0.003 mg/L en el río Paltíc, <0.003 mg/L en el río Chongoyapito y en el río Ingueryacu en sus dos puntos muestrales (A – B) <0.003 mg/L, 0.004 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.01 mg/L) en su categoría para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Uranio

Los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentaron concentraciones de uranio en 0.005 mg/L, 0.004 mg/L, <0.004 mg/L, <0.004 mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.02 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Zinc

Las concentraciones de zinc en los ríos estudiados (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) oscilaron entre 0.019 mg/L, <0.016 mg/L, <0.016 mg/L, <0.016

mg/L respectivamente. Las cuales se encuentran muy por debajo de la unidad de medida máxima permitida establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (3 mg/L) en su estándar para agua A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

Se observa que en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, se omiten otros elementos presentes, que están dentro de los parámetros de medición de las pruebas de laboratorio, como lo son: litio (Li), potasio (K), calcio (Ca), estroncio (Sr), bismuto (Bi), cobalto (Co), titanio (Ti), vanadio (V), magnesio (Mg), plata (Ag), sodio (Na). Destacando que dentro de los parámetros de medición de las pruebas de laboratorio se omite al mercurio (Hg), el cual está dentro de los parámetros de la ECA. También se puede destacar que existen otros metales presentes en el medio ambiente que no son tomados en cuenta dentro de los parámetros de medición en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, así como tampoco en las pruebas de laboratorio.

Estos resultados coinciden con Herrera y Heredia (2017) en su trabajo titulado: Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Los cuales mencionan todos los metales evaluados en ambas épocas se encontraron en concentraciones normales, estando por debajo de los ECAs para agua, lo cual permitió concluir que esta cuenca presenta bajos niveles de contaminación por metales al compararlos con los máximos permitidos en la ECAs. Excepto no coinciden; dentro de sus resultados el único metal que se encontró por encima de los ECAs en ambas épocas de monitoreo, fue el hierro.

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 7 y 8, se puede determinar que:

El aluminio no presenta una variación estadística significativa en todos sus puntos de muestreo (río Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) y entre las repeticiones efectuadas (fechas de muestreo 10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto de 2018), tal como se puede ver en la figura 10.

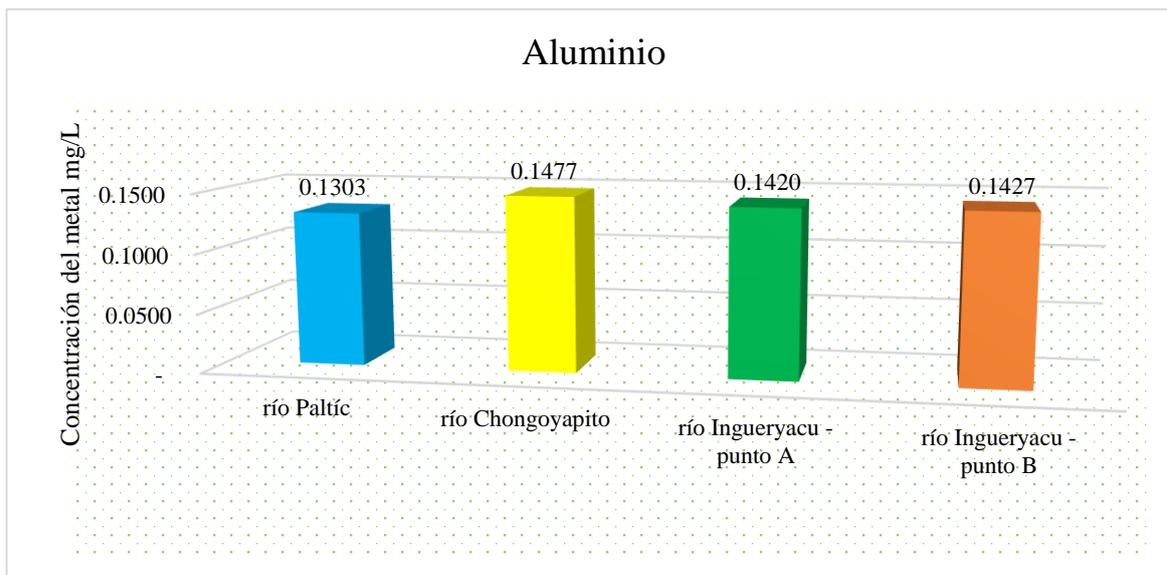


Figura 10: Presencia de aluminio en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de aluminio se encuentra en el río Chongoyapito, lo que nos estaría indicando que no tiene que ver la actividad minera con la concentración de este elemento metálico en el agua, por el contrario su concentración en el río Paltíc, es inferior. La presencia de dicho metal es posible que se deba a que es el metal más abundante en la corteza terrestre, más depende del tipo de arcilla que de la fuente y nivel de contaminación de los ríos

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) afirman que “el aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre, donde se encuentra combinado con oxígeno, flúor, sílice, etc., pero nunca en estado metálico” (p.2).

Capacoila Coila (2017) menciona que “aunque la solubilidad del aluminio en agua es muy baja, la acidificación del suelo, por efecto de las lluvias ácidas, incrementa la migración del aluminio presente en los sedimentos a los cuerpos de agua” (p.14).

Capacoila Coila (2017) los valores máximos permitidos de la concentración de aluminio en el agua de consumo humano son cifras que, hasta ahora, se consideran seguras. No obstante, cada vez se encuentran más indicios de la relación entre el aluminio y la aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano.

Con referencia a la figura 6, que indica la relación de la concentración del aluminio con respecto a la distancia se puede apreciar que la correlación “distancia- concentración” es de 79.04 %, indicándonos que a medida que el agua avanza arrastra el aluminio a pesar de ser un elemento poco móvil pero con presencia en casi toda la corteza terrestre, además se tiene

una variación significativa con la distancia desde una aparente fuente contaminante es decir su concentración obedece a la distribución natural del elemento más que al arrastre que pueda sufrir.

De la misma forma tomando en cuenta la tabla 7, se tiene para el arsénico una variación estadística significativa entre tratamientos y dentro de cada tratamiento, por lo que en la tabla 8 de la comparación de medias de los elementos que presentan variación estadística significativa se compara sus medias resultando en este caso que son similares, si bien la muestra del río Paltíc es la de mayor concentración (5.67 mg/m^3), es estadísticamente similar a río Chongoyapito (3.00 mg/m^3), río Ingueryacu - punto A (4.00 mg/m^3) y río Ingueryacu - punto B (3.00 mg/m^3), como se muestra en la figura 11.

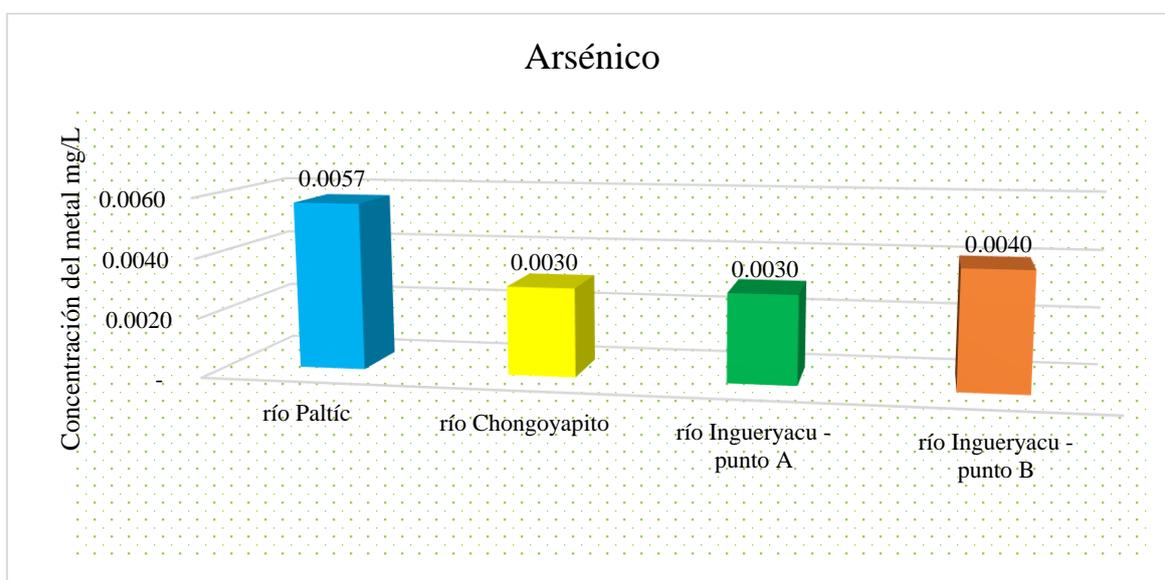


Figura 11: Presencia de arsénico en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de arsénico encontrada en el río Paltíc es atribuible al movimiento de tierras de capas subterráneas, ya que se trata de un elemento que se encuentra en capas del subsuelo atrapado con otras partículas del suelo (arcilla, materia orgánica) que al ser removidos se separan de la estructura del suelo y llegar a cursos de agua y generar contaminación. En los ríos Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales, las concentraciones son similares estadísticamente, pero inferiores a las del río Paltíc.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) “el arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y principalmente en los minerales sulfurosos. La arsenopirita (FeAsS) es la forma más abundante” (p.63).

En cuanto a la relación de la concentración del arsénico con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 7, la misma que nos indica un grado de correlación de 38.27 %, indicándonos así que el arsénico no tiene una variación significativa con la distancia desde una aparente fuente contaminante y su concentración obedece a su distribución del elemento en la naturaleza.

Con base en la tabla 7 se puede ver que el bario no presenta una variación estadística significativa en todos sus puntos de muestreo (río Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) y entre las repeticiones efectuadas (fechas de muestreo 10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto de 2018), como se puede ver en la figura 12.

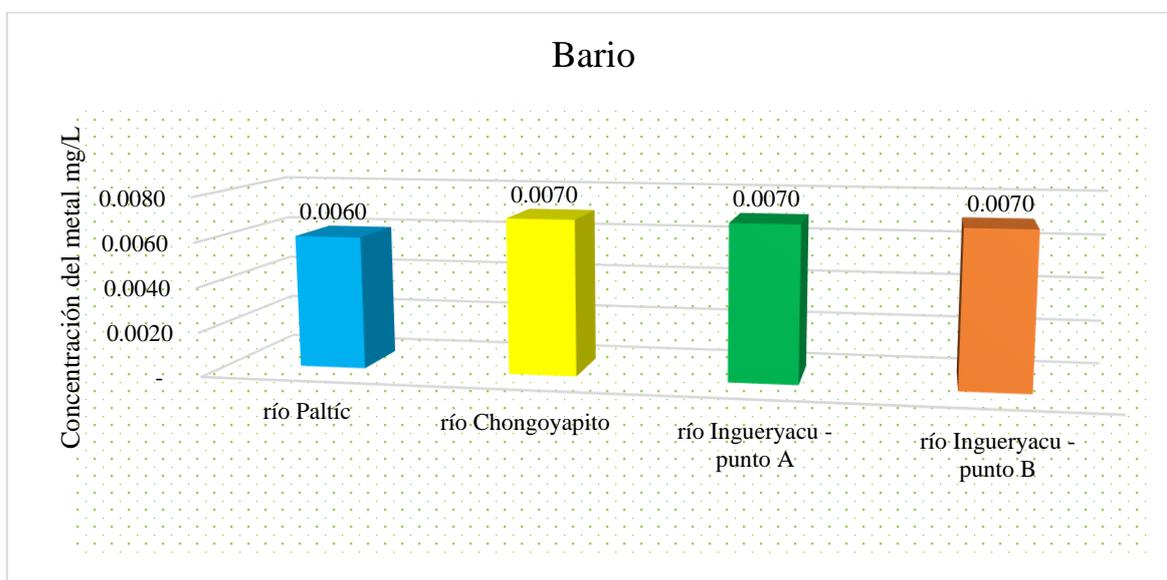


Figura 12: Presencia de bario en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de bario lo encontramos en los ríos Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales, lo que nos estaría indicando que no tiene nada que ver la actividad minera con la concentración de este elemento en el agua, por el contrario su valor en el río Paltíc, es inferior, debido a su abundancia en la naturaleza.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) “el bario (Ba) es abundante en la naturaleza y representa aproximadamente el 0,04 % de la corteza terrestre. Sus principales fuentes son los minerales barita (sulfato de bario, $BaSO_4$) y witherita (carbonato de bario, $BaCO_3$)” (p.63).

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) “el bario metal tiene un uso limitado y presenta riesgo de explosión. Los compuestos solubles de bario (cloruro, nitrato, hidróxido) son sumamente

tóxicos; la inhalación de los compuestos insolubles (sulfato) puede producir neumoconiosis” (p.63).

En cuanto a la relación de la concentración del bario con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 8, la misma que nos indica un grado de correlación de 75.00 %, indicándonos así que a pesar que por su concentración obedece a que es un elemento abundante que conforma la corteza terrestre si es arrastrado por los curso de agua de un río.

Considerando la tabla 7: Resumen de analisis de varianza, el cobre presenta una variación estadística significativa entre tratamientos y dentro de cada tratamiento. Esto no sucede cuando se compara sus medias (tabla 8) resultando en este caso que son estadísticamente similares, si bien la muestra del río Paltíc es la de mayor concentración (14.33 mg/m³), es estadísticamente similar a río Chongoyapito (14.00 mg/m³), río Ingueryacu - punto A (14.00 mg/m³) y río Ingueryacu - punto B (14.00 mg/m³), esto se muestra en la figura 13.

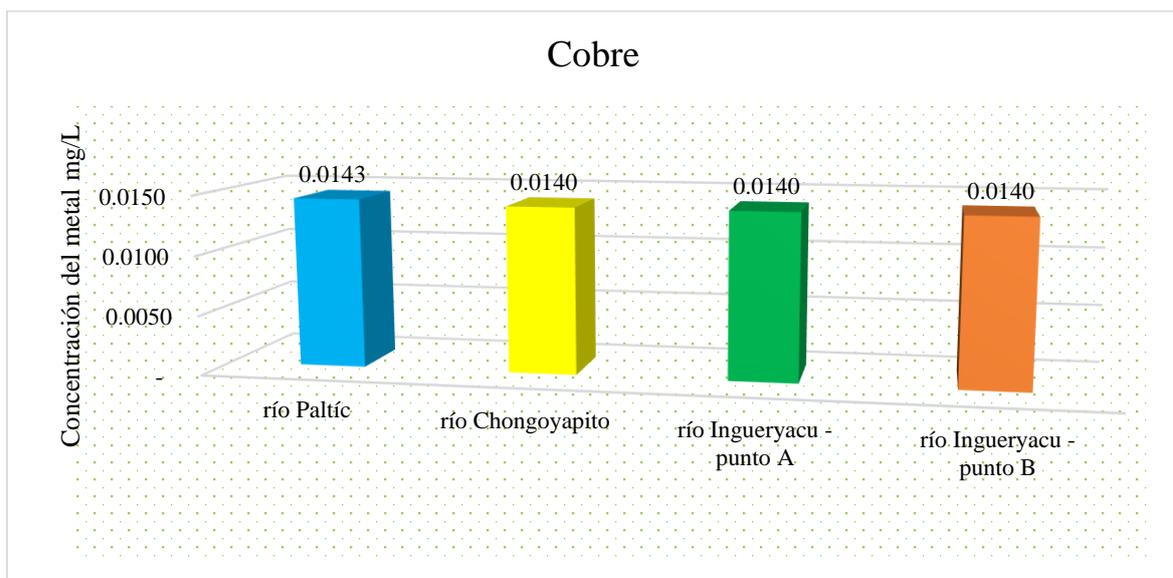


Figura 13: Presencia de cobre en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de cobre encontrada en el río Paltíc estaría indicando que la presencia de dicho elemento es posible que se deba a la actividad minera con la concentración de este elemento en el agua, por el contrario su valor en los ríos Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales tienen similar concentración.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) el cobre (Cu) es maleable y dúctil, un excelente conductor del calor y la electricidad, y su capacidad funcional se altera muy poco con la exposición al aire seco. Si se encuentra en una atmósfera húmeda con anhídrido carbónico,

se cubre con una capa verde de carbonato. El cobre es un elemento esencial del metabolismo humano. (p.63)

En cuanto a la relación de la concentración del cobre con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 7, la misma que nos indica un grado de correlación de 75.00 %, indicándonos así que el cobre tiene una variación leve con la distancia desde una aparente fuente contaminante y su concentración disminuye levemente a medida que se incrementa la distancia.

Con base en la tabla 7, el hierro presenta variación estadística significativa entre tratamiento y dentro de cada tratamiento, por lo que en la tabla 8 de la comparación de medias se encontró una variación significativa entre la muestra del río Paltíc, con respecto a la comparación de medias de los elementos que presentan variación estadística significativa bajo el método de Duncan al 95 % de probabilidad, se puede ver que estadísticamente hay superioridad de concentración en el río Paltíc, la misma que es similar a la muestra de río Ingueryacu - punto A y río Ingueryacu - punto B, pero estadísticamente diferente a las muestras analizadas en el río Chongoyapito, además la concentración de hierro encontrada en los ríos y puntos de muestreo río Ingueryacu - punto A, río Ingueryacu - punto B son estadísticamente similares, debemos afirmar también que es el único elemento que se puede ver una superioridad estadística de la concentración en el río Paltíc con respecto al río Chongoyapito, estas diferencias estadísticas se puede apreciar en la figura 14.

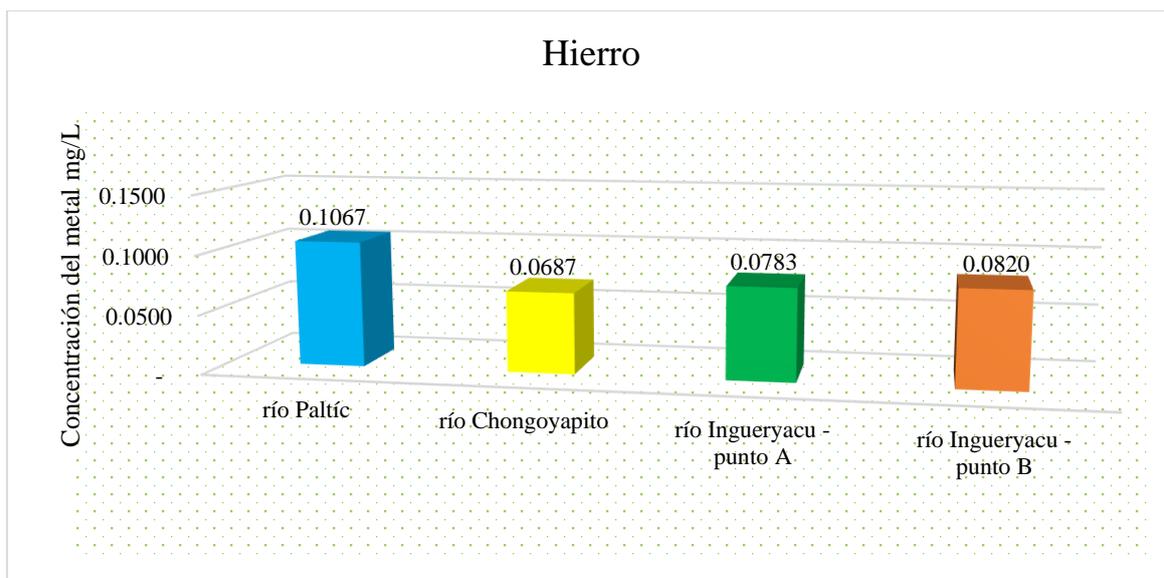


Figura 14: Presencia de hierro en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de hierro se encuentra en el río Paltíc, la presencia de dicho metal es posible que se deba a la actividad minera y que es un elemento abundante en la naturaleza. Por el contrario en los ríos Chongoyapito, Ingueryacu (en sus dos puntos muestrales) su concentración de dicho metal es menor.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) “el hierro es el segundo metal más abundante y el cuarto de todos los elementos, superado únicamente por el oxígeno, el silicio y el aluminio” (p.63).

En cuanto a la relación de la concentración del hierro con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 6, la misma que nos indica un grado de correlación de 64.06 %, indicándonos así que el hierro presenta una relación entre la distancia desde una aparente fuente contaminante y su concentración, además de mostrarse una disminución a medida que se incrementa la distancia.

Con base en la tabla 7 se puede ver que el manganeso no presenta una variación estadística significativa en todos sus puntos de muestreo (río Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) ni entre las repeticiones efectuadas (fechas de muestreo 10 de abril, 10 de junio y 10 de agosto de 2018), tal como se puede ver en la figura 15.

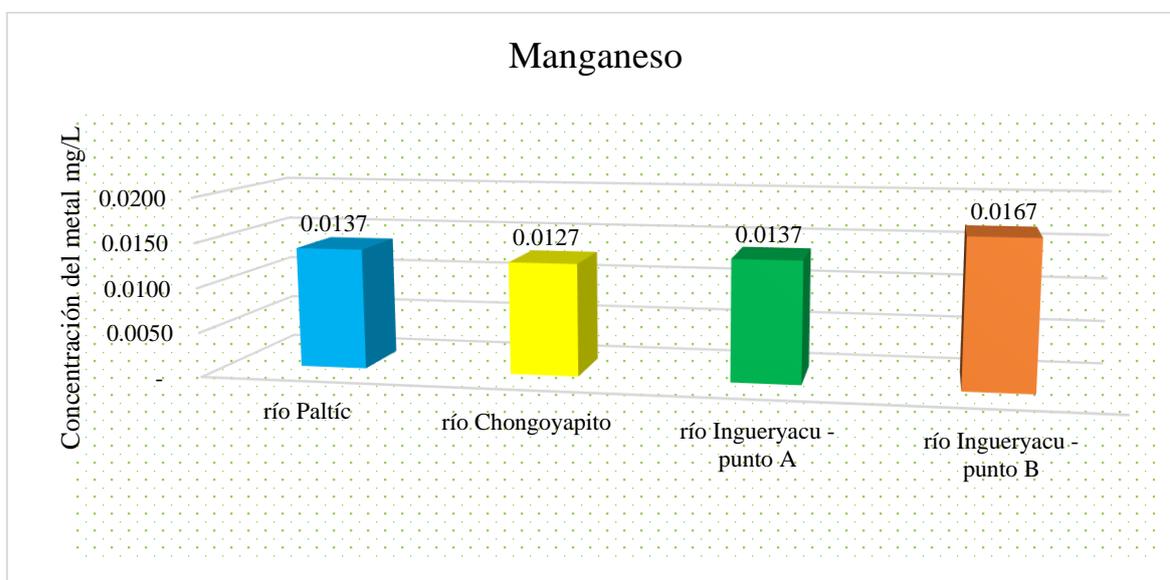


Figura 15: Presencia de manganeso en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de manganeso lo encontramos en río Ingueryacu – punto B, lo que nos estaría indicando es posible que se deba que en los 500 metros entre los puntos muestrales (A – B) que fue la zona de estudio de dicho río exista minerales que contengan manganeso, también se puede atribuir por el lavado de las rocas (rocas negras) y sedimentos

a causa del agua. En los ríos Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu - punto A, las concentraciones son similares.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014) el manganeso (Mn) es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre. Se encuentra en la tierra, los sedimentos, las rocas, el agua y los productos biológicos. Al menos un centenar de minerales contienen manganeso. Entre los minerales que contienen manganeso, los óxidos, carbonatos y silicatos son las formas más importantes. (p.63)

En cuanto a la relación de la concentración del manganeso con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 8, la misma que nos indica un grado de correlación de 75.00 %, indicándonos además que el manganeso incrementa su concentración a medida que aumenta la distancia, esto se puede explicar por la abundancia de rocas magnesitas que se encuentra en todos los ríos.

Con base en la tabla 7 el plomo presenta una variación estadística significativa entre tratamientos y dentro de cada tratamiento. Si bien cuando se hace una comparación por los métodos de Tukey y Duncan al 95 % de probabilidad se concluye que no son estadísticamente diferentes a pesar de tener la muestra del río Ingueryacu - punto B con la mayor concentración (3.33 mg/m^3), es estadísticamente similar a río Ingueryacu - punto A (3.00 mg/m^3), río Chongoyapito (3.00 mg/m^3) y río Paltíc (3.00 mg/m^3), esto se muestra en la figura 16.

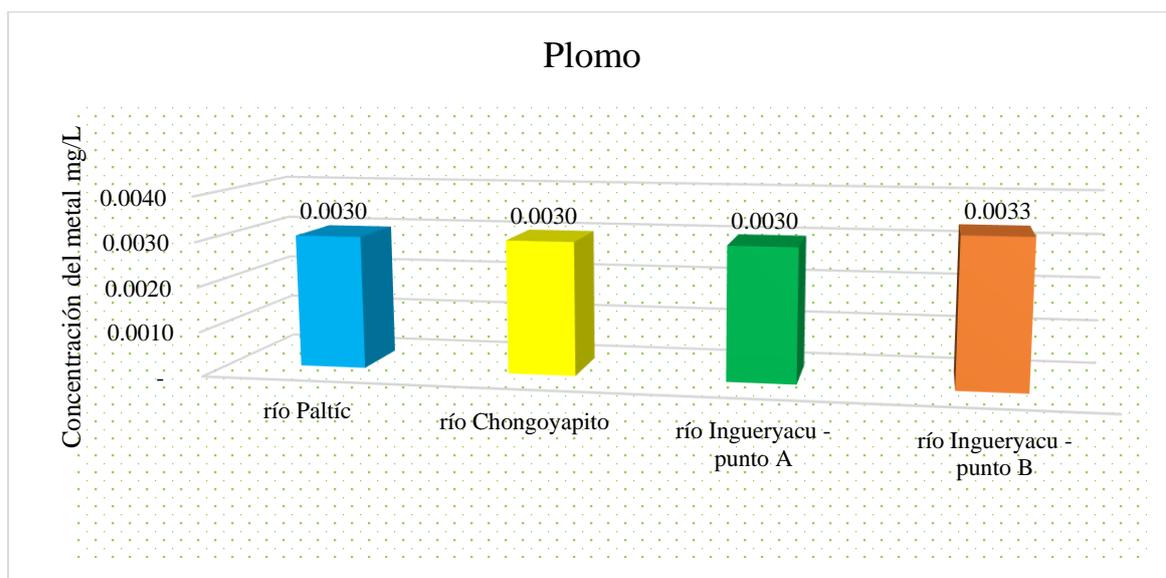


Figura 16: Presencia de plomo en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de plomo lo encontramos en el río Ingueryacu – punto B, lo que nos estaría indicando es posiblemente al arrastre no común que haya sufrido el elemento en algún momento o la presencia en este punto alejado de una fuente natural de plomo.

Poch (1999) afirma que la contaminación del agua por plomo no se origina directamente por el plomo sino por sus sales solubles en agua que son generados por las fábricas de pinturas, acumuladores, fototermografía, en pirotécnica, coloración a vidrios o por industrias químicas productoras de tetraetilo de plomo (se usa como antidetonante en gasolinas) y por actividades mineras, etc. (p.159)

Según Contreras, Mendoza, y Gómez (2004) las dos principales vías de acceso de los compuestos de plomo al organismo son el tracto gastrointestinal y los pulmones. Cerca del 10 % del plomo promedio ingerido es excretado en la orina y en menor cantidad en el sudor, en el pelo y en las uñas. El 90 % del plomo que se encuentra en el cuerpo humano se deposita en el esqueleto óseo y es relativamente inerte y el que pasa a través del torrente sanguíneo puede depositarse en los tejidos. (pp.38-71)

En cuanto a la relación de la concentración del plomo con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 9, la misma que nos indica un grado de correlación de 75.00 %, indicándonos así que por el plomo es un elemento “estático” o de muy poco movimiento en los cursos de agua y más bien su presencia puede obedecer a fuentes naturales.

Considerando a la tabla 7 el uranio presenta una variación estadística significativa entre tratamientos y dentro de cada tratamiento, cuando se hace una comparación estadística donde sus medias de concentración resultan similares, si bien la muestra del río Paltíc es la de mayor concentración (4.33 mg/m³), es estadísticamente similar a río Chongoyapito (4.00 mg/m³), río Ingueryacu - punto A (4.00 mg/m³) y río Ingueryacu - punto B (4.00 mg/m³), esto se muestra en la figura 17.

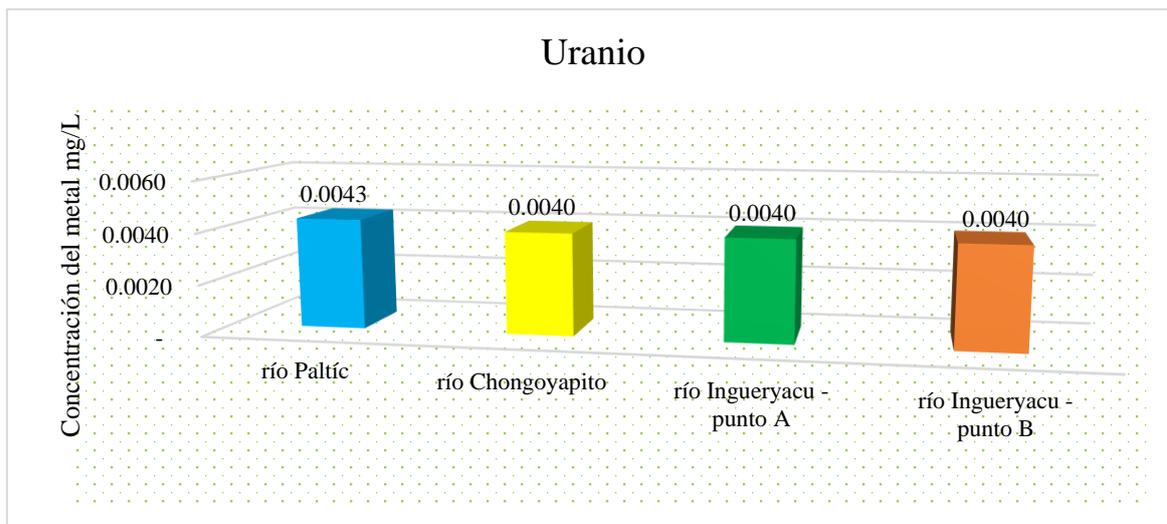


Figura 17: Presencia de uranio en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de uranio lo encontramos en río Paltíc, lo que nos estaría indicando es posible que se deba a la actividad minera, actividad agrícola (uso de herbicidas). En los ríos Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales las concentraciones son similares.

(Informe sobre la gestión de la CNEA. Gobierno de Argentina. , 2012) indica que el uranio es un elemento metálico, radiactivo y de color gris. Aparece en la naturaleza en concentraciones muy bajas. En su forma natural aparece como una mezcla de tres isótopos: uranio-234 (0,01 %), uranio-235 (0,71 %), y uranio-238 (99,28 %). El uranio es el elemento más pesado que se encuentra en la naturaleza. Se trata de un elemento peligroso por ser radiactivo y químicamente tóxico. (p.3)

De acuerdo con (Informe sobre la gestión de la CNEA. Gobierno de Argentina. , 2012) la contaminación del agua potable por uranio puede ser de dos tipos, radiológica y química. Por ello, existen dos niveles de referencia para el uranio presente en el agua, uno relativo a su radiactividad y otro relativo a su toxicidad química. (p.21)

En cuanto a la relación de la concentración del uranio con respecto a la distancia se puede apreciar en la figura 9, la misma que nos indica un grado de correlación de 75.00 %, indicándonos así que el uranio tiene una disminución con respecto a la distancia acumulada referente a la fuente contaminante “mina”.

Con base en la tabla 7 el Zinc presenta una variación estadística significativa entre tratamientos y dentro de cada tratamiento, respecto a la comparación de medias de los

diferentes puntos de muestreo bajo los modelos propuestos Tukey y Duncan al 95 % de probabilidad, se ha encontrado que no existe diferencia estadística, la muestra del río Paltíc es la de mayor concentración (17.00 mg/m³), la misma que es estadísticamente similar a río Chongoyapito (16.00 mg/m³), río Ingueryacu - punto A (16.00 mg/m³) y río Ingueryacu - punto B (16.00 mg/m³), esto se muestra en la figura 18.

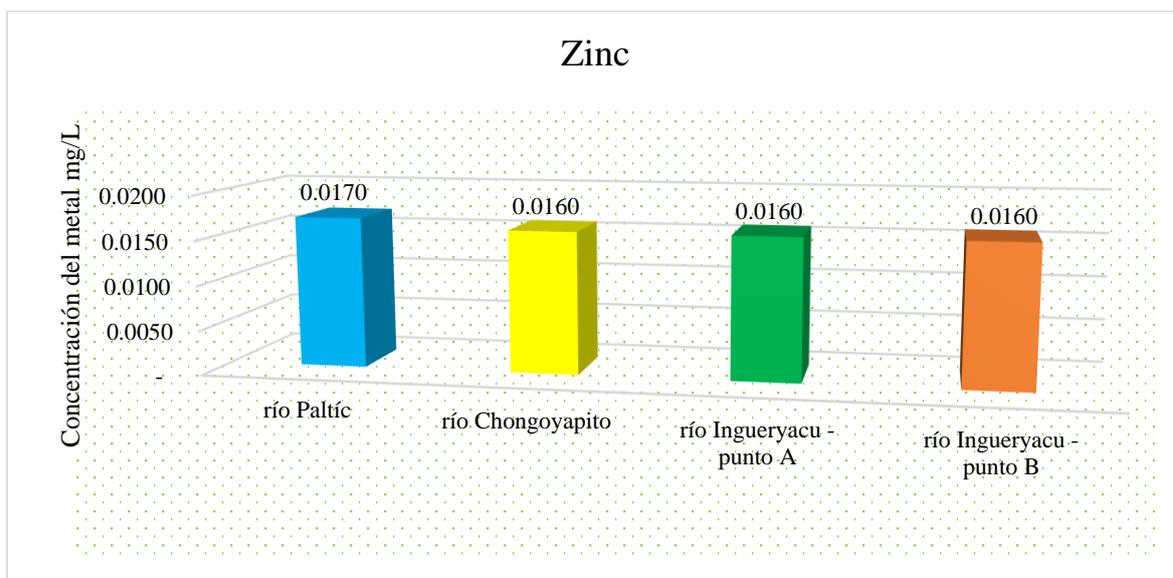


Figura 18: Presencia de zinc en los diferentes puntos de muestreo.

La mayor concentración de zinc lo encontramos en el río Paltíc, lo que nos estaría indicando que la presencia de dicho elemento es posible que se deba a la actividad minera y es un elemento que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y en la corteza terrestre. Por el contrario, su valor en los ríos Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales tienen igual concentración.

Nordberg, Fowler & Nordberg (2014), “el zinc (Zn) se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y constituye aproximadamente un 0,02 % de la corteza terrestre. Adopta la forma de sulfuro (esfalerita), carbonato, óxido o silicato (calamina) de zinc, combinado con muchos minerales” (p.63).

Holguín, Rubio, Olave, Saucedo, Gutiérrez, y Bautista (2006) El (Zn) es uno de los elementos menos comunes (0.02%) en el globo terráqueo. Este elemento se puede encontrar en el aire, agua y suelo, pero sus concentraciones están aumentando por causas no naturales, debido a la adición de zinc a través de las actividades humanas, sobre todo de actividades industriales, como es la minera y residuos.

En un estudio realizado por Holguín, Rubio, Olave, Saucedo, Gutiérrez, y Bautista (2006) titulado: Calidad del Agua del Río Conchos en la Región de Ojinaga, Chihuahua: Parámetros Fisicoquímicos, Metales y Metaloides, se realizaron seis muestreos durante 2004: febrero 20, marzo 19, abril 23, mayo 21, junio 18 y julio 23. Se determinaron los siguientes 30 elementos: Ag, As, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Si, Sr, Ti, Tl, Va, Yb y Zn. Los cuales mencionan que la concentración de algunos elementos se encuentra en niveles que pueden provocar daños al ser humano a mediano y/o largo plazo en la medida que se esté en contacto en forma cotidiana con estos elementos.

En un estudio realizado por Gómez, Villalba, Acosta, Castañeda, y Kamp (2004) en su trabajo titulado: Metales Pesados en el Agua superficial del Río San Pedro Durante 1997 y 1999. Los cuales mencionan que la presencia de metales pesados totales: Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn en el agua superficial del río San Pedro, se atribuye principalmente a la actividad minera que se desarrolla en las áreas aledañas a la corriente formadora de dicho río (Arroyo Cananea Vieja).

El berilio, cadmio, cromo, molibdeno y níquel, en los ríos (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentaron niveles de concentración muy bajos para lograr la medición a través del instrumento reportándose “concentraciones iguales entre puntos y repeticiones efectuadas” menores a 0.002 mg/L.

El boro, en los ríos (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu en sus dos puntos muestrales) presentó niveles de concentración muy bajos para lograr la medición a través del instrumento para poder determinar su variación estadística reportándose “concentraciones iguales entre puntos y repeticiones efectuadas” menores a 0.021 mg/L.

Dada la importancia de este tipo de estudios se recomienda las siguientes investigaciones complementarias:

- Llevar a cabo estudios que identifiquen las posibles fuentes de contaminación
- Estudios para identificar daños posibles en la población
- Es fundamental contemplar un plan constante de monitoreo de los contaminantes
- Ejecutar esquemas de prevención con programas de información a la comunidad en general.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó que los metales aluminio, bario, hierro y manganeso son los que están más presentes en los tres ríos (Paltíc, Chongoyapito y Ingueryacu).
- Ninguno de los elementos analizados (aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, plomo, uranio y zinc) supera en su concentración los parámetros establecidos en las ECAs nacionales, para todos los ríos.
- El río que contiene mayores concentraciones de arsénico y hierro en su agua es el Paltíc, con un promedio de 0.00567 mg/L y 0.10667 mg/L respectivamente, el cual sigue estando muy por debajo del valor establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.01 mg/L, 0.3 mg/L).

6.2 Recomendaciones

- Deben realizarse estudios que consideren mayor número de puntos de muestreo de los ríos con susceptibilidad a ser contaminado por actividades mineras, agrícolas y otras
- Se debe realizar monitoreo continuo o en tiempo real de las concentraciones elementos relacionados con el movimiento de tierras, caso arsénico, hierro y otros en ríos como Paltíc, ya que si bien su concentración está muy por debajo del valor establecido en la ECA por el Ministerio del Ambiente del Perú (0.01 mg/L, 0.3 mg/L), son elementos potenciales a elevar su concentración.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (R.J. N° 010-2016-ANA). Recuperado de: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- Autoridad Nacional del Agua- 2. (2011). Diagnóstico y Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca de Madre de Dios. Recuperado de: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/diagnostico_hidrologico_-madre_de_dios_0.pdf. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Capacoila Coila, J. (2017). Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales del río Coata. Puno- Perú: Universidad Nacional Altiplano.
- Cardona, A. J. (2013). Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del río Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Escuela de postgrado manejo integrado de cuencas hidrográficas.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS,. (15 de 10 de 2004). Obtenido de Tratamiento de Agua Para Consumo Humano: Plantas de Filtración Rápida. Manual I: Teoría Tomo I: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/565>
- Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. (2002). Resumen de Salud Pública. Berilio. National Technical Information Service , 1-10.
- Förstner, U. A. (1990). Förstner, U., Ahlf, W., Calmano, W. y Kersten, M. (1990). othe P, Forstner U, and Stoffers P (Eds), Sediments and Environmental Geochemistry. Berlin. Springer - Verlag, 311-338.
- Gómez, A., Villalba, A., Acosta, G., Castañeda, M., y Kamp, D. (2004). Metales Pesados en el Agua Superficial del Río San Pedro Durante 1997 y 1999. Revista Internacional de Contaminación, 20 (1), 1-8

- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw-Hill
- Herrera Delgado , A. E., & Heredia Quispe, E. G. (2017). Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Chiclayo- Perú: Universidad de Lambayeque.
- Holguín, C., Rubio, H., Olave, ME., Saucedo, R., Gutiérrez, M., y Bautista, R. (2006). Calidad del Agua del Río Conchos en la Región de Ojinaga, Chihuahua: Parámetros Fisicoquímicos, Metales y Metaloides. Universidad y Ciencia, 22 (1), 51-63
- Informe sobre la gestión de la CNEA. Gobierno de Argentina. . (2012). Combustible de los reactores atómicos y la industria militar. Greenpeace/Philip Reyaner, 1-10.
- Loaiza Choque , L. E. (2010). Especiación Química Secuencial de Metales Pesados en la Cuenca del Río Torres - Vizcarra, dpto. de Ancash (Tesis de Postgrado). UNMSM, Lima. Lima- Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mendiguchía, C. (2005). Utilización de Ultratrazas de Metales Pesados como Trazadores de los Efectos Antropogénicos producidos en Ecosistemas Acuáticos . España: Universidad de Cádiz.
- Ministerio del Ambiente. (7 de 6 de 2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. El Peruano, págs. 10-19.
- Nordberg, G., Fowler, B., & Nordberg, M. (2014). Metales propiedades químicas y su toxicidad. España: Academic Press.
- Poch, M. (1999). Las Calidades del Agua. Barcelona, ES,. Barcelona: ES, Rubes.
- Reyes Cubas, C. (2012). Estudio de la contaminación de las aguas del río chillón. Lima, Perú.
- Salvá Berenz, M. Á. (2012). Tratamiento y remoción de sólidos suspendidos y metales en la cuenca del Río Boca Cabana (tesis de maestría). (Ancash – Perú). Lima- Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Vásquez V, A., Mejía M, A., Faustino M, J., Terán A, R., Vásquez R, I., Díaz R, J., . . . Alcántara R, J. (2016). Manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Lima, Perú: Ad Printing S.A.C.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor a mis padres Juan Sánchez Oblitas y Maritza Dávila Pérez por ser los pilares más importantes que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por brindarme su apoyo incondicional, confianza en cada momento de mi vida y porque cada meta realizada es gracias a ellos, gracias por siempre mis queridos padres

A mis hermanos Nayeli, Karla, Lenin y Heiner por su gran corazón y confianza en cada reto que se me presenta sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad para lograr mis metas

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres Juan Sánchez Oblitas y Maritza Dávila Pérez que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar mi carrera profesional

A los asesores de mi tesis, el Dr. Santos Clemente Herrera Díaz y el Dr. José Andrés León Mostacero, por su apoyo, orientación, asesoramiento y tiempo dedicado a mi tesis de una forma desinteresada

A la M.C. Rosalba Gómez Hernández en ayudar en el desarrollo, que con su apreciable disposición y sugerencias apporto para culminar mi tesis

A Esther Alvarez Facundo por brindarme su apoyo incondicional, su tiempo, por la comprensión en los momentos más difíciles y por no escatimar esfuerzos en ayudar en el desarrollo de mi tesis

Maestros y compañeros y en especial a mi alma mater Universidad Nacional de Jaén, por el conjunto de todos los conocimientos brindados durante mi permanencia en sus aulas

Muchas gracias.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados de laboratorio ensayo 1



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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0418194

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **HENRY SÁNCHEZ DÁVILA**
Dirección: **Jaén: Av. Pacamoros 1707**
Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **henry_ifa@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **10.04.18** Hora: **16:10 a 17:10**
Tipo de Muestreo: **Puntual**
Número de Muestra: **04 Muestras** N° Frascos x muestra: **01**
Ensayos solicitados: **Químicas**
Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario.**
Procedencia de la Muestra: **QUEROCOTILLO - CUTERVO - CAJAMARCA : "CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTIC, CHONGOYAPITO Y INGUERYACU - QUEROCOTILLO".**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 165** Cadena de Custodia: **CC - 194 - 18**
N° Orden de Trabajo: **0418194**
Fecha y Hora de Recepción: **11.04.18 17:10** Inicio de Ensayo: **12.04.18 10:00**
Reporte Resultado: **17.04.18 10:00**

Blgo. Enver Zulaeta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CIBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 17 de Abril de 2018.

Página: 1 de 3

Continuación anexo 1.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



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

INFORME DE ENSAYO N° IE 0418194

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			Punto 01. Río Pallic	Punto 02. Río Chongoyapito	Punto 03. Río Ingueryacu	Punto 04. Río Ingueryacu	-	-
Código Laboratorio			0418194-01	0418194-02	0418194-03	0418194-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			17M: E: 714331 N: 9305208	17M: E: 713952 N: 9305528	17M: E: 714495 N: 9305736	17M: E: 714681 N: 9306184	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.123	0.178	0.154	0.151	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	0.007	<LCM	0.003	0.006	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.004	0.006	0.006	0.006	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	11.76	3.984	4.754	7.630	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.010	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.002	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.104	0.097	0.084	0.099	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.869	0.854	0.853	0.857	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	1.406	0.751	0.817	1.044	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.015	0.008	0.009	0.012	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	2.660	1.913	1.997	2.248	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.035	<LCM	<LCM	0.023	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	0.004	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	4.496	1.019	1.325	2.509	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	6.250	5.152	5.190	5.689	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.072	0.023	0.028	0.045	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 17 de Abril de 2018.

Continuación anexo 1.



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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0418194

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

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

NOTAS FINALES

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

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

Cajamarca, 17 de Abril de 2018.

LABORATORIO REGIONAL

Anexo 2: Resultados de laboratorio ensayo 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0618326

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **HENRY SÁNCHEZ DÁVILA**
 Dirección **Av. Pakamuros 1707 - Jaén**
 Persona de contacto **Henry Sánchez Dávila** Correo electrónico **henry_ifa@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **10.06.18** Hora: **13:43 a 15:57**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestra **04 Muestras** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Químicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **QUEROCOTILLO - CUTERVO - CAJAMARCA : "CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTIC, CHONGOYAPITO Y INGUERYACU - QUEROCOTILLO".**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 355** Cadena de Custodia **CC - 326 - 18**
 N° Orden de Trabajo **0618326**
 Fecha y Hora de Recepción **11.06.18** **17:50** Inicio de Ensayo **12.06.18** **09:00**
 Reporte Resultado **19.06.18** **08:00**

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 19 de Junio de 2018.

Página: 1 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0618326

ENSAYOS			QUÍMICOS						
Código Cliente			Punto 01. Río Paltic	Punto 02. Río Chongoyapito	Punto 03. Río Ingueryacu	Punto 04. Río Ingueryacu	-	-	
Código Laboratorio			0618326-01	0618326-02	0618326-03	0618326-04	-	-	
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-	
Descripción			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-	-	
Localización de la Muestra			17M: E: 714331 N: 9305208	17M: E: 713952 N: 9305528	17M: E: 714495 N: 9305736	17M: E: 714681 N: 9306184	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						
Plata (Ag)	mg/L	0.017	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.148	0.118	0.112	0.116	-	-	
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.006	0.006	0.006	0.006	-	-	
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	13.91	5.271	7.348	9.407	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	0.015	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.104	0.050	0.064	0.067	-	-	
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.746	0.709	0.710	0.702	-	-	
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	0.807	0.477	0.586	0.644	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.016	0.010	0.014	0.022	-	-	
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Sodio (Na)	mg/L	0.018	2.271	1.845	1.978	2.011	-	-	
Níquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Azufre (S)	mg/L	0.085	4.49	1.197	1.990	2.678	-	-	
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Silicio (Si)	mg/L	0.085	6.147	5.244	5.461	5.578	-	-	
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.056	0.022	0.030	0.038	-	-	
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Uranio (U)	mg/L	0.004	0.005	0.004	<LCM	<LCM	-	-	
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	0.005	0.007	-	-	
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	

Cajamarca, 19 de Junio de 2018.

Continuación anexo 2.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



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

INFORME DE ENSAYO N° IE 0618326

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Co, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

OBSERVACIONES

LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1,8, 1,0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

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

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2008.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

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

Cajamarca, 19 de Junio de 2018.

LABORATORIO REGIONAL

Anexo 3: Resultados de laboratorio ensayo 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0818444

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **HENRY SÁNCHEZ DÁVILA**
Dirección **Av. Pakamueros 1707 - Jaén**
Persona de contacto **-** Correo electrónico **henry_ifa@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **10.08.18** Hora: **11:09 a 13:36**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestra **04 Muestras** N° Frascos x muestra **01**
Ensayos solicitados **Químicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de tiempo para los ensayos a realizar.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
Procedencia de la Muestra: **QUEROCOTILLO - CUTERVO - CAJAMARCA : "CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS RÍOS PALTIC, CHONGOYAPITO Y INGUERYACU - QUEROCOTILLO".**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 529** Cadena de Custodia **CC - 444 - 18**
N° Orden de Trabajo **0818444**
Fecha y Hora de Recepción **13.08.18 10:00** Inicio de Ensayo **13.08.18 10:30**
Reporte Resultado **20.08.18 08:00**

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 22 de Agosto de 2018.

Página: 1 de 3

Continuación anexo 3.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0818444

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			Punto 01. Río Paltic	Punto 02. Río Chongoyapito	Punto 03. Río Ingueryacu	Punto 04. Río Ingueryacu	-	-
Código Laboratorio			0818444-01	0818444-02	0818444-03	0818444-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	-	-
Localización de la Muestra			17M: E: 714331 N: 9305209	17M: E: 713952 N: 9305528	17M: E: 714495 N: 9305736	17M: E: 714681 N: 9306184	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	0.056	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.120	0.147	0.160	0.161	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	0.007	<LCM	0.003	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.008	0.009	0.009	0.009	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	18.14	9.856	11.86	13.03	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.112	0.059	0.087	0.080	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	1.071	1.070	1.058	1.088	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	1.968	1.224	1.370	1.518	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.010	0.020	0.018	0.016	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	4.306	3.412	3.574	3.888	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	0.028	0.024	0.029	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	6.69	1.882	2.807	3.588	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	8.166	6.984	7.260	7.491	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.089	0.032	0.043	0.053	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 22 de Agosto de 2018.

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INFORME DE ENSAYO N° IE 0818444

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994 (Validado) 2014 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

OBSERVACIONES

LCM: Limite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1,8, 1,0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev: N°05 Fecha : 08/06/2017

NOTAS FINALES

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

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

Cajamarca, 22 de Agosto de 2018.



Anexo 4: Panel fotográfico



Foto 1: Caja térmica (fabricada con material tecnopor) y frasco utilizado en la toma de muestras de agua.

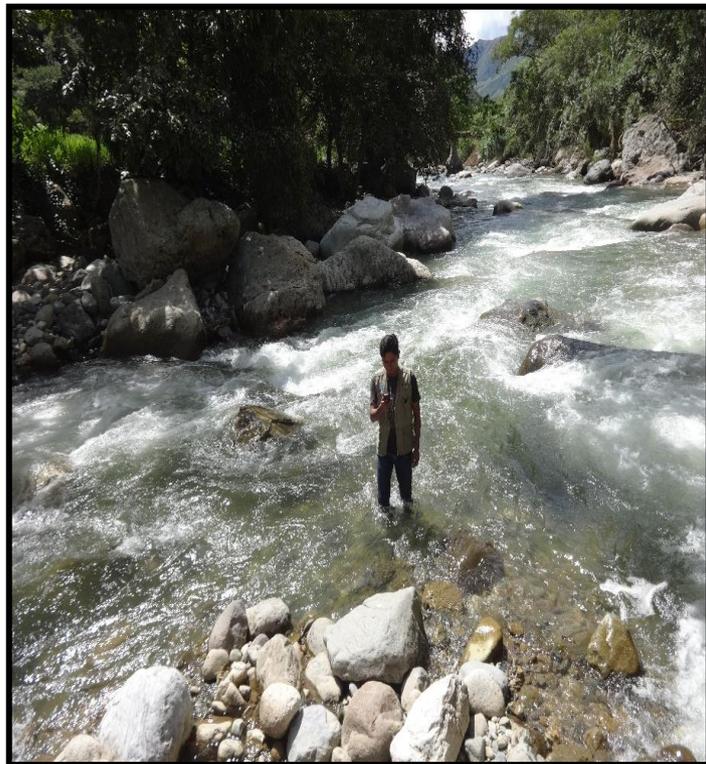


Foto 2: Georreferenciación del punto a muestrear.



Foto 3: Enjuague de frasco antes de tomar la muestra para evitar posibles contaminantes.



Foto 4: Introduciendo el frasco en dirección opuesta al flujo hídrico.



Foto 5: Toma de muestra.



Foto 6: Añadiendo preservante ácido nítrico (HNO_3).

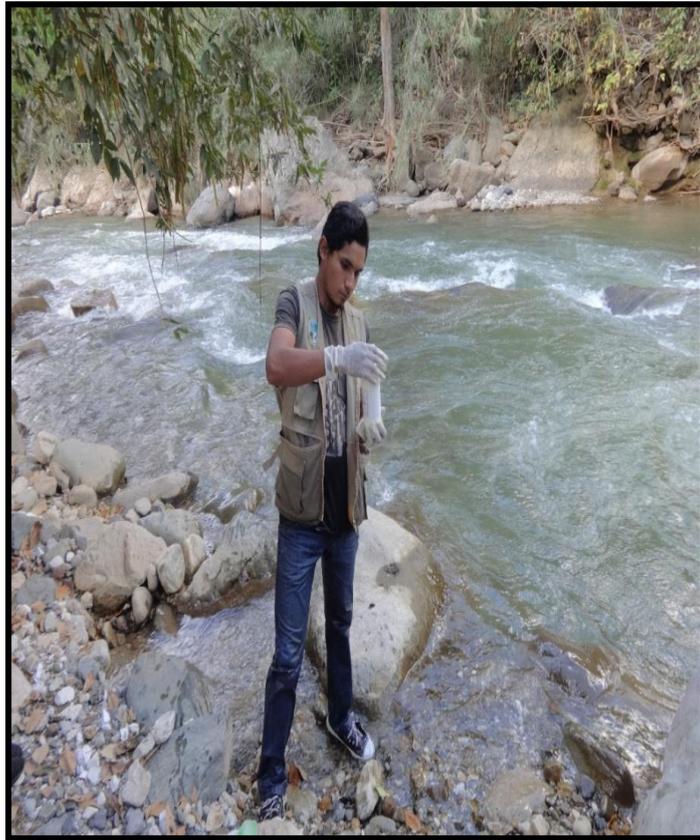


Foto 7: Cierre hermético de la muestra.