



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS
(Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) MEDIANTE LOS ESTÁNDARES DE
CALIDAD AMBIENTAL PARA LA CATEGORÍA 3, EN EL RÍO
HUALGAYOC, CAJAMARCA, 2015 - 2018**

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ROCIO VÁSQUEZ GOICOCHEA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

CAJAMARCA – PERÚ

-2018-

DEDICATORIA

A Dios por darme vida y mantenerme firme en las decisiones que he tomado en el trayecto de mi existencia.

A mis padres por ser el pilar en mi vida, por brindarme sabios consejos, inculcar en mi la perseverancia, principios y valores por brindarme el mejor legado que es mi educación.

A mi esposo, hija, hermanos y demás familiares, quienes siempre estuvieron a mi lado motivándome a seguir luchando hasta alcanzar mis metas, por ser mi fortaleza y ser pacientes y tolerantes, durante los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi mejor aliado y permitirme hacer realidad el sueño de ser profesional y por ende el orgullo de mi familia.

A mis padres, hija, hermanos y esposo, quienes me apoyaron de manera incondicional, motivándome a concluir mis estudios superiores y concluir con el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los ingenieros y docentes de esta Casa Superior de Estudios (UAP), pues sin ellos no hubiera sido posible recoger y sistematizar datos necesarios para desarrollar esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	2
1.2.2 DELIMITACIÓN SOCIAL	2
1.2.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL	3
1.2.4 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	3
1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL	3
1.3.2 PROBLEMA SECUNDARIO.....	3
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	5
1.5.2 HIPÓTESIS SECUNDARIA	5
1.5.3 VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL).....	5
a. Variable Dependiente.....	5
b. Variable Independiente	5
c. Operacionalización de Variables.....	6
1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.6.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7
a. TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
b. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7

1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
a. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	7
b. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	8
a. POBLACIÓN	8
b. MUESTRA	8
1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	8
a. TÉCNICAS	8
b. INSTRUMENTOS	9
1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	10
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	12
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	12
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	14
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	17
2.2 BASES TEÓRICAS	20
2.2.1. LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS	20
2.2.2. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA CATEGORÍA 3	27
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
CAPÍTULO III PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTAD...32	
3.1 Puntos de Muestra	32
3.2 ANÁLISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS	34
CAPÍTULO IV CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	56
CONCLUSIONES	57
FUENTES DE INFORMACIÓN	60
ANEXOS	68
Anexo 1: Matriz de Consistencia	71
Anexo 2: Instrumento	71
Anexo 3: Informe de Ensayo	73
Anexo 4: Fotos	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	2
Ubicación política	2
Tabla 2	2
Ubicación política	2
Tabla 3	6
Definición de Variables.....	6
Tabla 4	29
Estándar de Calidad Ambiental	29
Tabla 5	29
Estándar de Calidad Ambiental	29
Tabla 6	32
Puntos con sus coordenadas en el muestreo	32
Tabla 7	34
Resultado Resultados obtenidos de los análisis, resultados de la ANA para realizar comparaciones con las ECAs según D.S. N° 004-2017.....	34
Tabla 8	35
Resultados del punto 1.....	35
Tabla 9	35
Resultados del punto 2.....	35
Tabla 10.....	35
Resultados del punto 3.....	35
Tabla 11	36
Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 12	37
Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 13	38
Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 14	39

Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 15.....	40
Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 16.....	41
Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 17.....	42
Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 18.....	43
Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 19.....	44
Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 20.....	45
Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 21.....	46
Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 22.....	47
Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 23.....	48
Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 24.....	49
Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 25.....	52
Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 26.....	53
Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	

Tabla 27	53
Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	
Tabla 28	54
Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ciclo biogeoquímico de los metales pesados	30
Figura 2: Puntos con sus coordenadas para la muestra	33
Figura 3: Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	36
Figura 4: Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	37
Figura 5: Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	38
Figura 6: Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	39
Figura 7: Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	40
Figura 8: Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	41
Figura 9: Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	42
Figura 10: Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	43
Figura 11: Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	44
Figura 12: Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	45
Figura 13: Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	46

Figura 14: Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	47
Figura 15: Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	48
Figura 16: Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	49
Figura 17: Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	51
Figura 18: Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	52
Figura 19: Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	53
Figura 20: Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.....	54
Figura 21: Informe de ensayo.....	73
Figura 22: Resultado de Informe de Ensayo.....	74
Figura 23: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.....	75
Figura 24: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.....	76
Figura 25: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.....	77
Figura 26: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.....	78
Figura 27: Toma de Muestra del Punto 1 del Río Hualgayoc	79
Figura 28: Toma de Muestra del Punto 2 del Río Hualgayoc	80
Figura 29: Toma de Muestra del Punto 3 del Río Hualgayoc.....	81

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como título “INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) MEDIANTE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA CATEGORÍA 3, EN EL RÍO HUALGAYOC, CAJAMARCA, 2015-2018” el presente trabajo se desarrolla en la Provincia-Distrito de Hualgayoc Departamento de Cajamarca, como problema principal se tiene ¿Cuál es la concentración de los metales pesados(Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018? El objetivo es evaluar la concentración de los metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018, y realizar comparaciones de la concentración de los metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), es mayor de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018; los resultados obtenidos superan los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales. Se trabajó mediante una Ficha de Registro de Parámetros según la Categoría 3, el tipo de investigación fue cuantitativa, con nivel descriptivo, método inductivo y diseño no experimental; la muestra fue tomada en tres puntos del Río Hualgayoc y finalmente

Palabras claves: Metales pesados, Estándares de Calidad Ambiental.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to influence the concentration of heavy metals (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), through the Environmental Quality Standards for Category 3, of the Hualgayoc River in the Department of Cajamarca. From 2015 to 2018, three points of water samples from the Hualgayoc River were obtained, with which a Parameters Record Sheet was used according to Category 3, the type of research was quantitative, with descriptive level, inductive method and non-experimental design; the sample was taken at three points of the Hualgayoc River and finally the results obtained in relation to the Environmental Quality Standards for Category 3 were evaluated. It is concluded that: the values obtained for the concentration of heavy metals (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), of the Hualgayoc River in the Department of Cajamarca, from 2015 to 2018, there is a variation in the sampling points and years of monitoring, the heavy metals that are above the Environmental Quality Standards established in the DS N^a 004-2017 MINAN for water category 3 according to the norm.

Key words: Heavy metals, Environmental Quality Standards.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible. En las sociedades actuales el agua se ha convertido en un elemento muypreciado, ya que es un sustento de la vida y además el desarrollo económico está supeditado a la disponibilidad de agua.

La contaminación del agua es la modificación de sus parámetros físicos, químicos y biológicos ya sea por fuentes naturales y/o antrópicas, pues es un problema que se da en todos los lugares del mundo; en nuestro país los principales problemas que tenemos en contaminación del agua es a consecuencia de los vertimiento de aguas servidas, actividades industriales, mineras y prácticas agrícolas inadecuadas.

La contaminación por metales pesados, es un problema general que afecta a todos los países del mundo, la concentración de metales en el agua de los ríos es un problema ambiental y social, pues los metales pesados son elementos químicos que se encuentran en el agua, aire y suelo de forma natural o antrópica y su peligrosidad y toxicidad es mayor al no ser degradable. Su acumulación en las plantas se da a través de las hojas, tallos, frutos y semillas lo mismo que ocasiona que estas tengan un crecimiento lento y bajo rendimiento; en los animales produce intoxicaciones crónicas, tumores cancerígenos, etc. Entre los metales pesados más conocidos tenemos el As, Cd, Cr, Pb, Mg, Zn entre otros, estos metales pueden durar cientos de años en el ambiente y su toxicidad es mayor en seres vivos ya que va aumentando en la cadena trófica.

El distrito de Hualgayoc es uno de los asentamientos mineros más antiguos del país, por consecuencia ahora tenemos diversos Pasivos Ambientales Mineros como aguas acidas con alto contenido de metales, depósitos de relaves, depósitos de desmontes, entre otros; esto como consecuencia de la actividad minera y por los desagües de las aguas residuales domésticas que viene

afectando a las aguas del Río Hualgayoc Arascorgue que desemboca en la cuenca del Río Llaucano.

La Autoridad Nacional del Agua en sus informes, del año 2017, 2016 y 2015; nos indica que el Río Hualgayoc en el Punto 3 puente Tahona-500m de la CIA. Minera Culquirumi por la presencia de metales como (Cd, Pb, Zn, Mn, Al, Fe) estos se encuentran por encima de las ECAS para la categoría 3 esto podría ser consecuencia de la gran cantidad de Pasivos Mineros Ambientales presentes en la zona, descargas de aguas residuales domésticas y por la Quebrada Mesas de Plata, afluente del Río Hualgayoc se encuentra afectada por plomo, por lo tanto, para estos años no era permitido para riego de vegetales y bebida de animales. Es por ello que para la presente investigación se determinó la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), en el agua mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

El contenido de la presente investigación está distribuido en cuatro capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el planteamiento metodológico.

En el Capítulo II, se describe el Marco teórico relacionado con la presente investigación.

En el Capítulo III, la presentación, análisis e Interpretación de resultados.

En el Capítulo IV, La contrastación de la Hipótesis.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y algunos anexos de la investigación.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En Colombia realizan análisis y nivel de contaminación por metales y cuantificación de metales Pesados en muestras de agua, para ir proponiendo respuestas ante los posibles riesgos que encuentren. Así también en Venezuela han realizado estudios de muestras de aguas para ver la variación temporal de los metales pesados y el impacto en la zona.

El Río Hualgayoc se encuentra en la Provincia y Distrito de Hualgayoc, en el cual se puede observar que uno de los problemas es que sus aguas están contaminadas por la actividad minera que está en operación, descargas de aguas residuales domésticas, residuos sólidos y Pasivos Ambientales Mineros remediados y sin remediar lo cual es probable que se haya generado un desplazamiento de contaminantes a través del cauce de las aguas de los ríos que nacen en las partes altas.

Además, se sabe que el agua es el recurso natural más importante del planeta, puesto que la vida humana gira alrededor de ella, es por eso que debe realizarse estos estudios para verificar la concentración de metales pesados, en consecuencia, proponer alternativas de solución y así estas aguas puedan ser utilizadas para riego de vegetales y bebida de animales. En Cajamarca, por ser una zona minera, se encuentra que las aguas posiblemente contienen metales pesados y estas desembocan en los Ríos,

por lo que se le considera que estas contienen Metales Pesados. Por ello con la siguiente investigación queremos Determinar la Concentración de Metales Pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, para evaluar la variación de la concentración y comparar en los años mencionados.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación se realizará en el Río Hualgayoc que se encuentra ubicado:

Tabla 1

Ubicación política

DESCRIPCIÓN	LUGAR
Distrito	Hualgayoc
Provincia	Hualgayoc
Departamento	Cajamarca

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2018

Tabla 2

Ubicación política

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

Altitud	2580 msnm
Latitud	06°40'14" y 06°45'51" sur
Longitud	78°31'9" y 78°44'18" oeste
Superficie	226.17 km ²

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2018

1.2.2 DELIMITACIÓN SOCIAL

Está integrado por el Río Hualgayoc, además se tuvo el apoyo de la Autoridad Nacional del Agua.

1.2.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

Esta tesis se desarrolló desde el 08 de enero hasta el 18 de mayo de 2018.

1.2.4 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

En la investigación se desarrolló los temas de concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), y el Estándar de Calidad Ambiental según la Categoría 3.

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018?

1.3.2 PROBLEMA SECUNDARIO

¿Cuál es la variación de la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar la concentración del Plomo mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Cromo mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Cadmio mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Arsénico mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Zinc mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Mercurio mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

La concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), es mayor de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

1.5.2 HIPÓTESIS SECUNDARIA

La variación de concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), es mayor mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

1.5.3 VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL)

a. Variable Dependiente

La concentración de metales pesados.

b. Variable Independiente

Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3

c. Operacionalización de Variables

Tabla 3

Definición de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA
Variable Independiente: La concentración de metales pesados	Es el grado de acumulación de los metales pesados en concentraciones nocivas o tóxicas de aquellos elementos químicos que están presentes en el ambiente de forma natural o antrópicas en mayor o menor concentración y que son biodegradables y peligrosos para los seres vivos.	Metales	Arsénico Cadmio Cromo Mercurio Plomo Zinc	Ficha de registro de parámetros considerando la Categoría 3
Variable Dependiente: Estándares de Calidad Ambiental	Es la medida, nivel o grado de concentración de los elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, y que no presentan riesgo para la salud de las personas ni al ambiente.	Parámetros	Riego de Vegetales Bebida de animales	

1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

a. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó fue Cuantitativa, ya que se determinó la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

b. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación que se trabajó fue descriptivo, porque se buscó especificar las características después de someter a un análisis, para determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc. (Hernández et al., 2014, p. 93)

1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método que se aplicó en la investigación fue el inductivo, ya que se basó en la obtención de conclusiones a partir de la observación de hechos para luego determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc.

b. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño fue no experimental porque se determinó la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc.

M_____O

Donde:

M: Muestra

O: Análisis de los metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), de los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3.

1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

a. POBLACIÓN

La población estuvo constituida por todo el Río Hualgayoc.

b. MUESTRA

La muestra estuvo conformada por tres puntos del Río Hualgayoc.

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a. TÉCNICAS

Para la recolección de datos se tiene los siguientes pasos:

- Identificar los puntos de muestreo.
- Recolectar muestras y cadena de custodia hacia el Laboratorio NKP.
- sistematizar los datos obtenidos por el Laboratorio NKP.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio NKP, resultados del ANA y comparar con los

Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3
establecido en el D.S. N°004 – 2017-MINAM.

b. INSTRUMENTOS

Para la investigación se utilizó:

- Ficha de registro de parámetros según la Categoría 3.
- Cadena custodia
- Libretas de campo
- **Equipos**
 - GPS
- **Materiales**
 - Frascos esterilizados
 - Goteros
 - -Guantes
 - Botas de jebe
 - Casco
 - chaleco

1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a. JUSTIFICACIÓN

Al realizar la investigación se observó que existe una contaminación del Río Hualgayoc por diferentes Pasivos Ambientales Mineros, residuos domésticos; además de recibir al afluente de la Quebrada Mesa de Plata la cual contiene alta concentración de plomo; y estos problemas vienen afectando a la población del Distrito y Provincia de Hualgayoc por la falta de agua para el riego de vegetales y bebida de animales. En esta investigación se evaluó la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental según la categoría 3, en el Río Hualgayoc, de Departamento de Cajamarca desde el año 2015 al 2018.

La finalidad es realizar un análisis de los resultados que nos brinda la Autoridad Nacional del Agua y a la vez realizar la comparación de años puntos de monitoreo de los resultados de la muestra obtenida, para luego realizar las conclusiones y recomendaciones las que sirvan de referencia a otros trabajos de investigación. Además, la investigación no formulará nuevas teorías.

Para el presente estudio se tendrá acceso de la Autoridad Nacional del Agua, quien dispone de los recursos necesarios para el desarrollo del mismo. El tiempo aproximado que tomará la investigación es de 5 meses aproximadamente. Finalmente, al concluir con la investigación se tendrá los resultados de cuán elevados o normales están según la Categoría 3 de la norma.

b. IMPORTANCIA

Permite enfocarse en el análisis de la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante la norma de calidad ambiental según la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, del Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018, el cual servirá de apoyo a la Autoridad Nacional del Agua para elaborar y diseñar planes de mejora para el nivel de vida de la población.

Actualmente existen bastantes enfermedades a causa de las aguas contaminadas, es por ello que se debe de realizar un análisis adecuado, para contribuir con información válida y confiable a las autoridades y población Cajamarquina, de tal manera que permita la toma de decisiones de manera oportuna.

c. LIMITACIONES

No se presentó dificultad alguna con respecto a accesibilidad de las fuentes de información y el conocimiento con respecto al tema a desarrollar.

Encontrar un laboratorio acreditado para realizar el análisis de las muestras y obtención de datos de calidad de agua del Río Hualgayoc.

Por otro lado, podría considerarse como limitante al factor económico, para llevar a cabo el monitoreo y muestreo de la investigación.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Castro (2017), en su Tesis Contaminación por Metales Pesados Cadmio y Plomo en Agua, Sedimento y en Mejillón *Mytella Guyanensis* (Lamarck, 1819) en los Puentes 5 de Junio y Perimetral (Estero salado, Guayaquil Ecuador). Su objetivo fue la determinación de las concentraciones de Cadmio y Plomo en agua, sedimento y *Mytella guyanensis* en los puentes 5 de Junio y Perimetral (Estero Salado, Guayaquil – Ecuador). El presente trabajo se desarrolló en las estaciones de Puente Perimetral y Puente 5 de junio durante los meses de septiembre y octubre (época seca) del año 2016 en período de marea baja, realizándose salidas de campo preliminares para el establecimiento de los puntos de muestreo. Se cuantificaron las concentraciones de Cd y Pb en agua y sedimento del área de estudio, y estos son superiores a los Límites Máximos Permisibles según el TULSMA y la Norma Canadiense donde, la flora y fauna se pueden ver amenazadas por la contaminación de Pb. Los Mejillones no acumularon Cd, sin embargo, acumularon Pb en altas concentraciones superando los Límites Máximos Permisibles según el Codex Alimentarius para consumo humano. Finalmente se acepta la hipótesis inicial para el Pb, ya que existen concentraciones en agua

y sedimento en el Estero Salado (Puentes 5 de Junio y Perimetral), que están siendo bioacumuladas por *Mytella 42 guyanensis* y se rechaza la hipótesis para el Cd ya que no fue detectado en los mejillones.

Andrade y Ponce (2016), en su Tesis, Determinación de los Niveles de Metales Pesados en la Microcuenca del Río Carrizal del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí, cuyo objetivo fue determinar los niveles de metales pesados (Hg, Cd, Pb) en agua, para la evaluación de la contaminación metálica en la microcuenca del Río Carrizal. Según las características de esta investigación fue de tipo cuantitativa no experimental; por cuanto se aplicó el método de análisis para hacer comparación que sirvieron para representar datos fidedignos que pueden servir para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad. El periodo de investigación duró 9 meses a partir del mes de junio del 2015 hasta el mes de febrero del 2016. Previo al establecimiento de los puntos y estaciones de muestreo, se establecieron los meses de monitoreo, en octubre, noviembre y diciembre. Existiendo una variación en la precipitación en el tiempo estimado, datos generados por la estación meteorológica de la ESPAM MFL (2015). Los niveles de metales pesados de la microcuenca del Río Carrizal en agua superficial, se encuentran dentro de los Límites Permisibles de la Legislación Ambiental Ecuatoriana (Acuerdo Ministerial 028), lo que indica que no existe contaminación metálica en este recurso hídrico.

Laino (2015), en su Tesis, Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del Río Grijalva, frontera México-Guatemala. Su objetivo fue Evaluar la presencia de metales en agua y sedimentos en seis tributarios del Río Grijalva en la parte alta de la cuenca (frontera entre México y Guatemala). Se realizó la determinación cuantitativa de As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn en agua y en sedimentos. Se recolectaron en total 19 muestras en el agua, usando para ello recipientes de plástico (polipropileno) de un litro con

cierre hermético. La determinación analítica de Cr, Cu, Ni, Pb y Zn se hizo siguiendo la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001, se tomaron muestras en época de lluvias (agosto de 2011 y junio de 2012) y en época de secas (enero de 2012) para el análisis de todos los metales. El metal detectado en mayor frecuencia y concentración fue el Hg tanto en agua como en sedimentos. Las concentraciones de Hg aumentan luego de que el Río Xelajú atraviesa la ciudad de Motozintla de Mendoza. Se detectaron otros elementos potencialmente tóxicos (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn), aunque en concentraciones muy bajas o por debajo de los LMP establecidos en las Normas Mexicana y Canadiense. Se necesita mayor información para concluir que tales metales no están afectando de manera negativa al ecosistema y la salud de las comunidades aguas abajo de la cuenca.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Graza (2015), en su Tesis, Determinación de Pb, Cd, As en aguas del Río Santa en el Pasivo Minero Ambiental de Recuay, Ticapampa; Recuay – Ancash. Su objetivo fue Determinar los niveles de Plomo, Cadmio y Arsénico en las aguas del Río Santa en el Pasivo Minero Ambiental de los Distritos Recuay, Ticapampa, de la Provincia Recuay, Departamento de Ancash. El tipo de investigación es: descriptivo, transversal y experimental. Realizo 36 análisis distribuidas así: a) Nueve muestras de aguas para la determinación de Plomo: - Tres muestras antes del Pasivo Minero Ambiental - Tres muestras en el pasivo minero ambiental - Tres muestras después del Pasivo Minero Ambiental b) Nueve muestras de aguas para la determinación de Arsénico: - Tres muestras antes del Pasivo Minero Ambiental - Tres muestras en el Pasivo Minero Ambiental - Tres muestras después del Pasivo Minero Ambiental c) Nueve muestras de aguas para la determinación de Cadmio - Tres muestras antes del

Pasivo Minero Ambiental - Tres muestras en el Pasivo Minero Ambiental - Tres muestras después del Pasivo Minero Ambiental d) Una muestra tomada en la laguna de Conococha: “blanco referencial” - Un frasco con agua de la laguna de Conococha (para el análisis de Plomo, Arsénico y Cadmio) e) Un frasco con agua purificada cerrado durante todo el viaje (para el análisis de Plomo, Arsénico y Cadmio) f) Un frasco con agua purificada que se abrió solo en cada punto de muestreo (para el análisis de Plomo, Arsénico y Cadmio). Las concentraciones de Plomo, Cadmio y Arsénico en las aguas del Río Santa en el Pasivo Ambiental Minero de los Distritos Recuay, Ticapampa, de la Provincia Recuay, departamento de Ancash, del Punto 01 al Punto 09 superan los Límites Máximos Permisibles.

Chata (2015), en su Tesis, Presencia de Metales Pesados (Hg, As, Pb Y Cd) en Agua y Leche en la Cuenca del Río Coata 2015. Su objetivo es determinar la relación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) en agua y leche de la cuenca del Río Coata 2015, su investigación es de tipo transversal porque se describe la particularidad y la magnitud del problema, donde las variables se evalúan en un periodo específico, analizan datos obtenidos en un momento dado. La población está constituida por once comunidades del Distrito de Coata. Para la selección de la muestra se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico y está conformado por seis comunidades. En las muestras de agua el Mercurio fue inferiores a 0.00020mg/l, la concentración promedio de Arsénico fue 0.048mg/l, en el caso del Plomo la concentración promedio fue de 0.014mg/l y en el análisis de Cadmio los resultados fueron inferiores a 0.00050mg/l. las muestras analizadas no superan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo establecidos por el Ministerio del Ambiente Peruano. En el análisis de la leche las concentraciones de Mercurio fue de 0.0028mg/l el cual no supera el límite máximo permisible (0.005mg/kg fijado por la Norma Técnica Ecuatoriana), para el Arsénico se obtuvo

0.43mg/l y supera el Límite Máximo Permisible (0.015mg/kg fijado por la Norma Técnica Ecuatoriana), para el Plomo su concentración fue 0.21mg/l supera el Límite Máximo Permisible (0.020mg/kg, fijado por Codex Alimentarius y la Unión Europea) y Cadmio con promedio de 0.0037 mg/l el cual no supera el Límite Máximo Permisible (0.010mg/kg fijado por la norma técnica de Rumana). Para la relación de metales pesados Mercurio, Plomo y Cadmio en agua y leche se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna y se concluye que no existe relación y para la relación de Arsénico en agua y leche se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Herrera y Heredia (2017), en sus Tesis, Determinación de los Niveles de Concentración de Metales Pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Su objetivo fue determinar los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca durante los meses de setiembre y diciembre del año 2016. El tipo de estudio es descriptivo y el diseño de contrastación de hipótesis es Longitudinal, ya que se observará el comportamiento de una variable a través del tiempo. Las muestras de agua fueron tomadas del Río Porcón y Río Grande en el Río Porcón, en época de Estiaje el parámetro Aluminio (Al) tuvo una concentración de 0.615 mg/l; y en época creciente una concentración de 0.086 mg/l. El parámetro Cadmio (Cd) en Época de Estiaje y en Época Creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Fierro (Fe) en época de estiaje tuvo una concentración de 1.021 mg/l; y en época creciente una concentración de 1.680 mg/l. El parámetro Plomo (Pb) en Época de estiaje tuvo una concentración de 0.004 mg/l; y en época creciente un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc (Zn) en época de estiaje tuvo una concentración de 0.06 mg/l; y en época creciente una concentración de 0.027 mg/l. Por lo tanto, el único metal que se encontró por encima de los ECAs en

ambas épocas de monitoreo, fue el Fe y en el Río Grande, en época de estiaje el parámetro Aluminio (Al) tuvo una concentración de 0.045 mg/l; y en Época Creciente una concentración de 0.038 mg/l. El parámetro Cadmio (Cd) en época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Fierro (Fe) en época de estiaje tuvo una concentración de 0.107 mg/l; y en época creciente una concentración de 3.65 mg/l. El parámetro Plomo (Pb) en época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc (Zn) en época de estiaje tuvo una concentración de 0.067 mg/l; y en época de estiaje un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). Por lo tanto, todos los metales evaluados en ambas épocas se encontraron en concentraciones normales, estando por debajo de los ECAs para agua.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Izquierdo y Verástegui (2017), en su Tesis, Concentración de Metales Pesados (As, Cd, Cr, Hg Y Pb) en el Agua de la Cuenca Baja del Río Jequetepeque, en Relación a Los Estándares de Calidad del Agua - Categoría 3, Cajamarca – 2016. Su objetivo fue Determinar la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Hg y Pb en el agua de la cuenca baja del Río Jequetepeque. El tipo de investigación fue descriptivo: con la finalidad de cuantificar y qué magnitud tiene el nivel de concentración de metales pesados en el agua. El método de investigación cuantitativo. Un litro por cada una de las 6 estaciones de monitoreo en época de lluvia, así como en época de estiaje (12 muestras). En cuanto a los resultados para agua en la categoría 3, se concluye que: Los valores obtenidos de la concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) de la cuenca baja del Río Jequetepeque, se encuentran por debajo de los estándares de calidad

del agua establecidos en el D.S. N°015-2015- MINAM para agua Categoría 3. Los resultados obtenidos en cada uno de los metales pesados en los diferentes puntos de muestreo son: Para As en el P5: 0,003 mg/l en el mes de Mayo, P1: 0,004 mg/l, P3: 0,005 mg/l y P4: 0,006 mg/l durante el mes de Noviembre. Para Cd el P2, P3, P4, P5 y P6 hubo una concentración de 0,001mg/l en el mes de Mayo. Para Pb en el P3: 0,004mg/l y P6: 0,007mg/l durante el mes de Mayo, mientras que durante el mes de noviembre en el P3: 0,003mg/l y P6: 0,004mg/l. De acuerdo a los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo en las aguas superficiales de la Cuenca Baja del Río Jequetepeque solo fue 133 detectada la existencia de algunos metales pesados: As, Cd y Pb, mientras que en ninguno de los puntos muestreados se halló la presencia de los metales pesados: Cr y Hg. De acuerdo los resultados obtenidos se concluyen que los puntos de muestreo con más concentración de metales pesados en las diferentes épocas fueron: Para As, el punto con mayor concentración fue en el punto de muestreo P4: 0,006mg/l en época de estiaje. Para Cd, los puntos de muestreo P2, P3, P4, P5 y P6, se obtuvo una misma concentración de 0,001mg/l en época de lluvia. En el caso de Pb, el punto con mayor concentración fue el P6: 0,007mg/l en época de lluvia.

Arango (2016), en su Tesis, Determinación de Concentración de Metales Pesados en Especies Vegetales que crecen en la Zonas Adyacentes a los Drenajes Ácidos de la Mina en el Distrito de Hualgayoc Cajamarca 2016. Su investigación fue del tipo básica y cuantitativa el nivel de la investigación exploratoria, descriptiva y experimental tuvo una población 10 especies vegetales tomando 0,5kg por cada especie. En cada muestra se analizado 32 metales pesados de las cuales se han evaluado 15 para su análisis. Estos son aluminio, Arsénico, Cadmio, Calcio, Cobre, Cromo, Fosforo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Plomo, Potasio, Sodio, Zinc. Se concluye en la investigación realizada que existe una fuerte

hiperacumulacion de metales pesados por parte de las especies estudiadas, las cuales podemos agrupar en dos grupos para poder apreciar mejor su desempeño al crecer en un medio contaminado como lo es un drenaje minero. Metales menos tóxicos: Ca Plantago Australis 86850.3 mg/kg., P Alchemilla Procumbens Var. Andina 27968 mg/kg., K Plantago Australis 89827.9 mg/kg., Na Plantago Australis 88879.9 mg/kg. Y Zn Alchemilla Procumbens Var. Andina 6500.7 mg/kg., Metales nocivos para el ambiente: Al Alchemilla Procumbens Var. Andina 40976.8 mg/kg., As Alchemilla Procumbens Var. Andina 7787.8 mg/kg., Cd Alchemilla Orbiculata 266.2 mg/kg., Ca Plantago Australis 86850.3 mg/kg., Cu Alchemilla Procumbens Var. Andina 9494.5 mg/kg., Cr Alchemilla Procumbens Var. Andina 39.1 mg/kg., Fe Plantago Australis 56390.2mg/kg., Mg Gamochaeta Purpurea 12685.9 mg/kg., Mn Alchemilla Orbiculata 15209 mg/kg., Hg Alchemilla Orbiculata 13457.2 mg/kg. y Pb Polytrichum Juniperinum 3246.7 mg/kg. Se aprecia la superioridad de la Alchemilla Procumbens Var. Andina por ser la especie con más resistencia a los diferentes metales pesados estudiados, es importante recalcar que las especies estudiadas no solo presentan una resistencia constatada en un medio nocivo, sino también que su cualidad de hiperacumulacion puede ser usada para métodos de fitorremediacion futuros.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS

a. CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS

Se define como el grado de acumulación de los metales pesados en concentraciones nocivas o tóxicas de aquellos elementos químicos que están presentes en el ambiente de forma natural o antrópicas en mayor o menor concentración y que son biodegradables y peligrosos para los seres vivos. Los metales pesados están presentes en el aire, agua y suelo de diferentes formas; algunos de estos metales como el Zinc, es esencial para el ser humano y lo encontramos en los alimentos; pero en concentraciones mayores pueden causar daño. Estos metales en las plantas pueden acumularse a través de las raíces, hojas, tallos, frutos y semillas bajando su rendimiento y crecimiento; en los animales produce intoxicaciones crónicas, tumores cancerígenos, entre otras.

Los Metales pesados son aquellos elementos químicos que se encuentran en el agua, suelo y el aire de forma natural o antrópicas; entre los más conocidos tenemos el As, Cd, Cr, Pb, Mg, Zn entre otros.

Los metales pesados son un de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y toxicidad para el ser humano. La peligrosidad es mayor al no ser degradables. Una vez emitidos, por la actividad industrial y minera, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años, contaminando el suelo y acumulándose en las plantas y los tejidos orgánicos. Además, su concentración en los seres vivos aumenta a lo largo de la cadena alimentaria. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2016).

El término metal pesado es usado por los científicos medioambientales y su definición puede ser controvertida. Los metales pesados, depende de su densidad, peso, número atómico, pero también de su toxicidad. Los más conocidos y comunes por sus efectos tóxicos y porque son fácilmente medibles en muestras marinas son Mercurio, Plomo, Cadmio, Arsénico, Níquel, Estaño y Talio, Bario, Cinc, Cobre, Hierro y Manganeso. (El, 2013).

- ✓ **Arsénico(As):** Es un metaloide, de número atómico 33 y masa atómica 74.9. En su forma elemental a temperatura ambiente como Arsénico metálico o gris y como Arsénico amarillo. El Arsénico puro es insoluble en agua. La presencia del Arsénico en agua es por factores como el PH, potencial redox, la presencia de otros iones o la actividad microbiana (Martínez, 2017). El riesgo que presenta Debido a su toxicidad, es un contaminador de cultivos, pero es absorbido por las plantas en concentraciones menores a la de sus suelos. La captación de Arsénico es mayor en las raíces, que las semillas y los frutos. Para el ganado, la ingestión de Arsénico directamente del suelo corresponde a un 60-75 % de exposición. Sus síntomas son pérdida de apetito, débil y torpe, temblores, convulsiones, diarreas y gastroenteritis hemorrágica. Los problemas de concentración es As un sabor desagradable al agua. La máxima concentración en el vacuno, se estima de 0,15 a 0,30 mg/lit, pero aún con estas concentraciones se pueden producir intoxicaciones crónicas (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

- ✓ **Cadmio (Cd):** Es una sustancia natural en la corteza terrestre. Se encuentra como mineral con otras sustancias como Oxígeno (óxido de Cadmio), Cloro (cloruro de Cadmio), o Azufre (sulfato de Cadmio, Sulfuro de Cadmio). El Cadmio entra al agua y al suelo de vertederos y de derrames o escapes en sitios de desechos

peligrosos, se adhiere fuertemente a partículas en la tierra, parte del Cadmio se disuelve en el agua. No se degrada en el medio ambiente, pero puede cambiar de forma (Quispe, 2017). La población está expuesta al Cadmio por el agua y la comida contaminada. El Cadmio se le reconoce como uno de los metales pesados con mayor tendencia a acumularse en las plantas (Reyes, Vergara, Torres, Díaz y González, 2016). Su riesgo del Cadmio puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades. Por su alta toxicidad ocasiona serios trastornos en la actividad enzimática de la planta, produciendo reducción del crecimiento. En los animales es bioacumulativo, afectan a la capacidad reproductiva, al desarrollo del feto, causan desórdenes del sistema nervioso, tóxicos a organismos acuáticos, cancerígenos, entre otros. El Cadmio no tiene funciones bioquímicas y nutricionales, y es altamente tóxico tanto para plantas como para animales (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

- ✓ **Cromo (Cr):** El Cromo es un elemento natural, que se encuentra en las rocas, plantas, suelos, animales. Puede funcionar con distintas valencias y en el ambiente se encuentra en varias formas; las más comunes son las derivadas del Cromo trivalente o Cromo III y las Cromo hexavalente o Cromo VI. (Covarrubias y Peña, 2016). Su riesgo en las plantas usualmente absorben sólo Cromo (III) y es esencial, pero en concentraciones exceden reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. Como resultado realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Cromo se fija y se acumula irreversiblemente en el suelo. El Cromo (VI) es no esencial y tóxico a corto plazo a altos niveles ocasiona ulceración de la piel e irritación del tracto gastrointestinal, daños al riñón e hígado. Además, la Agencia Internacional para la Investigación de Cáncer (IARC) clasifica a los compuestos de Cromo (VI) como

cancerígenos (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

- ✓ **Mercurio (Me):** El Mercurio puede llegar al ambiente a través de procesos naturales y antrópicas principalmente la minería y la combustión industrial. A diferencia de otros metales el Mercurio se encuentra presente en la atmósfera en estado gaseoso lo cual facilita su transporte a través de la biósfera. El Mercurio afecta al suelo, y también en ambientes acuáticos debido a las descargas antrópicas. En este caso el Mercurio puede ser bioacumulado a través de la cadena alimenticia en forma de metilMercurio (Covarrubias y Peña, 2016). Su riesgo del Mercurio es que se fabrican para fines agrícolas pasan al ambiente en pesticidas, herbicidas y fungicidas su acumulación es en semillas, raíces, bulbos e incluso sobre la planta misma. El Mercurio no tiene función bioquímica o nutricional. Los mecanismos biológicos para su eliminación son pocos, y es el único metal que se acumula progresivamente a través de la cadena alimentaria. Los compuestos como el fenil y el alquil de Mercurio, son los que más se encuentran en el agua. El Mercurio elemental es más tóxico ya que se absorben fácilmente, traspasan el tracto gastrointestinal y la placenta, dañan irreversiblemente el sistema nervioso central. El valor establecido de Mercurio en las ECA de agua, para la bebida de animales es de 0,01mg/l, este valor lo establece la FAO. (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

- ✓ **Plomo (Pb):** El Plomo se encuentra presente en la corteza terrestre de forma natural y en pequeñas cantidades (0.002 %). El Plomo al ser un catión divalente, se une de manera estrecha a los grupos sulfhídricos de las proteínas ocasionando su desnaturalización. La exposición a dosis elevadas de este elemento puede ocasionar una serie de efectos adversos a la salud, que incluyen daño cerebral

severo e incluso la muerte (Covarrubias y Peña, 2016). Su riesgo en animales ha provocado efecto tóxico sobre los gametos y aumento de la concentración de Plomo en sangre materna, que reduce la duración de la gestación y de peso al nacimiento de las crías. El Plomo puede desencadenar efectos teratogénicos en sistema nervioso del feto e interferir con su desarrollo normal (Londoño, Londoño y Muñoz, 2016). También sufren cólicos y convulsiones. Se recomienda no exceder en aguas para el consumo animal el valor es 0,1mg/l para el Plomo como límite máximo FAO. El Plomo se mantiene retenido fuertemente y muy poco se transporta hacia aguas superficiales o subterráneas. Sin embargo la entrada a aguas superficiales es por la erosión de las partículas de tierra que contienen Plomo o por lixiviación. El Plomo puede inhibir el crecimiento celular de plantas a concentraciones muy altas. (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

- ✓ **Zinc (Zn):** Es el primer elemento del grupo doce del Sistema Periódico y no se encuentra libre en la naturaleza debido a su elevada reactividad. El metal es de color blanco azulado, encontrándose en suelos, agua, aire, y en la mayoría de los alimentos. Es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre, con una concentración media de 60 mg·kg⁻¹ (Chagua y Tardió, 2015). Su riesgo del Zinc en altas concentraciones reduce el crecimiento de la planta y provoca acumulaciones indeseables en los tejidos. Las concentraciones en los suelos que varían entre 70-400 mg/Kg. Esta contaminación se presenta por desprendimiento de superficies metálicas. Produce problemas de constipación crónica, aunque pequeñas concentraciones le confieren al agua sabor desagradable lo que limita el consumo por parte de los animales. Los más susceptibles son los más jóvenes (Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, s.f.).

b. Río: Incluye todas las aguas que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible; correspondiente a aguas en estado lotico.

- **Ríos de la costa y sierra:** Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del pacífico y del Titicaca, y en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes.
- **Ríos de la selva:** Son aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente oriental de la cordillera de los andes; en la zona meandrica Decreto Supremo del Ministerio de Ambiente (MINAM -DS N° 023-2009).

c. Agua: Es un recurso natural indispensable para satisfacer los diversos usos socio- económicos, así como para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población, y por ende el incremento de las actividades productivas (minería, industria, agricultura, etc.); constituyen las principales causas de afectación a la calidad de los recursos hídricos; debido al vertimiento de aguas residuales no tratadas, situación que en muchos casos limita el uso directo y en otros incrementa el costo de tratamiento para la producción de agua potable, además de poner en riesgo la calidad de los ecosistemas. Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018).

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno (H₂O). Generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74 %, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los

glaciares continentales suponen el 1,72 % y el restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos (Díaz, 2014).

d. Contaminación del Agua: Según Ramírez (2016), define a la contaminación del agua consiste en una modificación de la calidad del agua, generalmente provocada por el hombre (vertido de sustancias tóxicas residuales de los procesos industriales y urbanos) haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural.

Vásquez (2011), presenta los contaminantes en las aguas para los distintos usos. Se adoptan dos grupos de criterios de calidad, emitidos por las normas nacionales (Ley General de Aguas D.L. 17 752), y los organismos internacionales de las Naciones Unidas. La contaminación de las aguas, se produce por dos clases de fuentes:

- **Las Fuentes Naturales:** Se generan por la circulación de las aguas superficiales y subterráneas que oxidan y diluyen los minerales de las rocas, yacimientos minerales y fuentes hidrotermales; incorporando a las aguas, sustancias químicas tóxicas como los metales, sales, radioactivos, etc.

- **Las Fuentes Antrópicas:** Estas fuentes se encuentran directamente relacionadas con las actividades humanas, especialmente por la actividad minera como por ejemplo los ríos: Grande, Tinte, Puglush, Llaucano, Mashcon, Chonta, Huancabamba, etc, sin embargo es necesario hacer análisis permanentes para poder determinar los niveles de toxicidad de elementos pesados que contienen éstas vertientes, pero también tenemos los vertimientos de insumos y residuos de los procesos productivos, como la agricultura, agroindustria, así como la ocupación social, los residuos

de los pueblos y ciudades; incorporando a las aguas sustancias microbiológicas, compuestos químicos y sólidos no biodegradables.

e. Toxicidad y acumulación de los metales pesados

En el medioambiente de la superficie terrestre, que está constituida de una mezcla de rocas, tierra, agua, aire y organismos vivos, los metales y metaloides sufren procesos dinámicos biogeoquímicos, estos procesos afectan de forma atómica del metal y, por tanto, a su solubilidad, movilidad, biodisponibilidad y toxicidad.

2.2.2. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA CATEGORÍA 3

a. Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos, es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental, ninguna autoridad judicial o administrativa podrá hacer uso de los estándares nacionales de calidad ambiental, con el objeto de sancionar bajo forma alguna a personas jurídicas o naturales, a menos que se demuestre que existe causalidad entre su actuación y la transgresión de dichos estándares. Las sanciones deben basarse en el incumplimiento de obligaciones a cargo de las personas naturales o jurídicas, incluyendo las contenidas en los instrumentos de gestión ambiental. Ministerio del Ambiente (MINAM - Ley N° 28611, 2005)

b. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua, para el estudio a realizar se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales:

➤ **Subcategoría D1: Riego de vegetales.** Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas (MINAM – D.S. N° 044-2017):

Agua para riego no restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej. hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo (MINAN – D.S. N° 044-2017).

Agua para riego restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej. habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej. árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej. trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej. algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej. maíz forrajero y alfalfa) (MINAN – D.S. N° 044-2017).

- **Subcategoría D2: Bebida de animales.** Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos (MINAN – D.S. N° 044-2017).

Tabla 4

Estándar de Calidad Ambiental

ECAS 2015- 2016			
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Arsénico	mg/l		0,1
Cadmio	mg/l		0,01
Cromo	mg/l		0,1
Mercurio	mg/l		0,001
Plomo	mg/l		0,05
Zinc	mg/l		2

Fuente: MINAM, 2015-2016.

Tabla 5

Estándar de Calidad Ambiental

ECAS 2017- 2018				
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	
Arsénico	mg/l	0.1		0.2
Cadmio	mg/l	0.01		0.05
Cromo	mg/l	0.1		1
Mercurio	mg/l	0.001		0.01
Plomo	mg/l	0.05		0.05
Zinc	mg/l	2		24

Fuente: MINAM, 2017-2018.

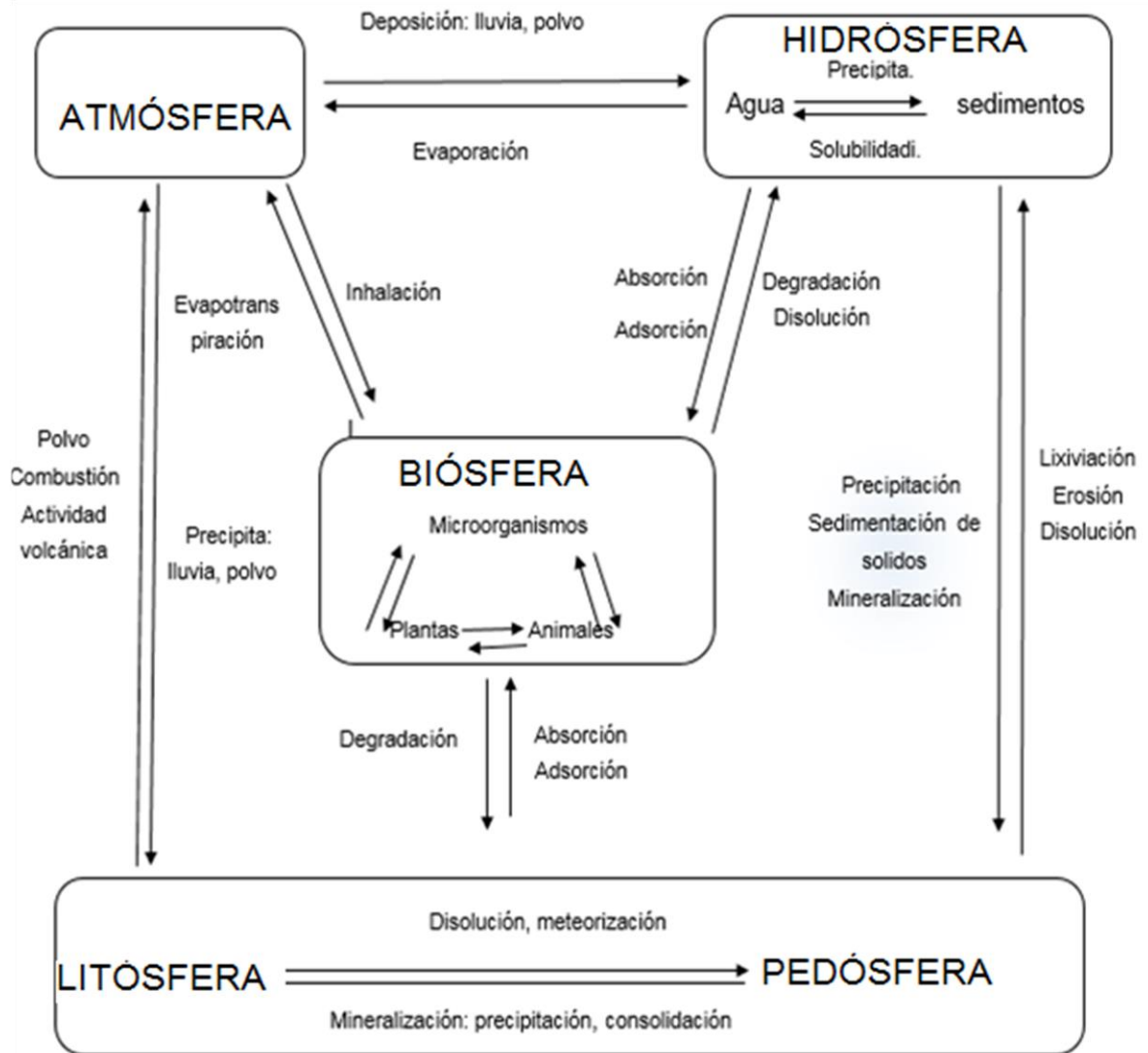


Figura 1: Ciclo biogeoquímico de los metales pesados

Fuente: Rojas, 2011.

Las pequeñas variaciones de sus concentraciones, tanto disminuciones como incrementos pueden producir efectos nocivos, a veces graves, crónicos e incluso letales sobre los seres vivos. Ya sea de forma natural o por la actividad humana, estos metales pesados se encuentran en el medio ambiente. El grado de toxicidad potencial y biodisponibilidad que un metal pesado presente en un ambiente dado depende de una serie de factores abióticos y bióticos que están interrelacionados (Rojas, 2011).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Aguas superficiales:** Toda el agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, lagunas, depósitos, estanques, charcos, arroyos, presas, etc.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales (Ministerio de Agricultura y Autoridad Nacional del Agua 2010).
- **Calidad del agua:** Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú 2011).
- **Metales pesados:** Grupo de elementos químicos que presentan una masa atómica mayor a 60 que provoca toxicidad a los seres humanos. Ministerio de Salud (MINSA, 2015).
- **Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua:** Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (Bermúdez, 2010).

CAPÍTULO III PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Puntos de Muestra

Los puntos de muestreo están ubicados en el Río Hualgayoc. Se han considerado de la siguiente manera:

Tabla 6
Puntos con sus coordenadas en el muestreo

CÓDIGO DEL MONITOREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84	
		ESTE	NORTE
Punto1	Río Hualgayoc, aguas debajo de la confluencia de la Qda. Corona antes del Colegio Joaquín Bernal	764164	9250987
Punto2	Río Hualgayoc, 100m aguas debajo de la confluencia con la Quebrada Mesa de Plata (Captación del Canal La Cascada).	764689	9251811
Punto3	Río Hualgayoc puente Tahona-500m de la CIA. Minera Culquirumi	766398	9253089

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2017

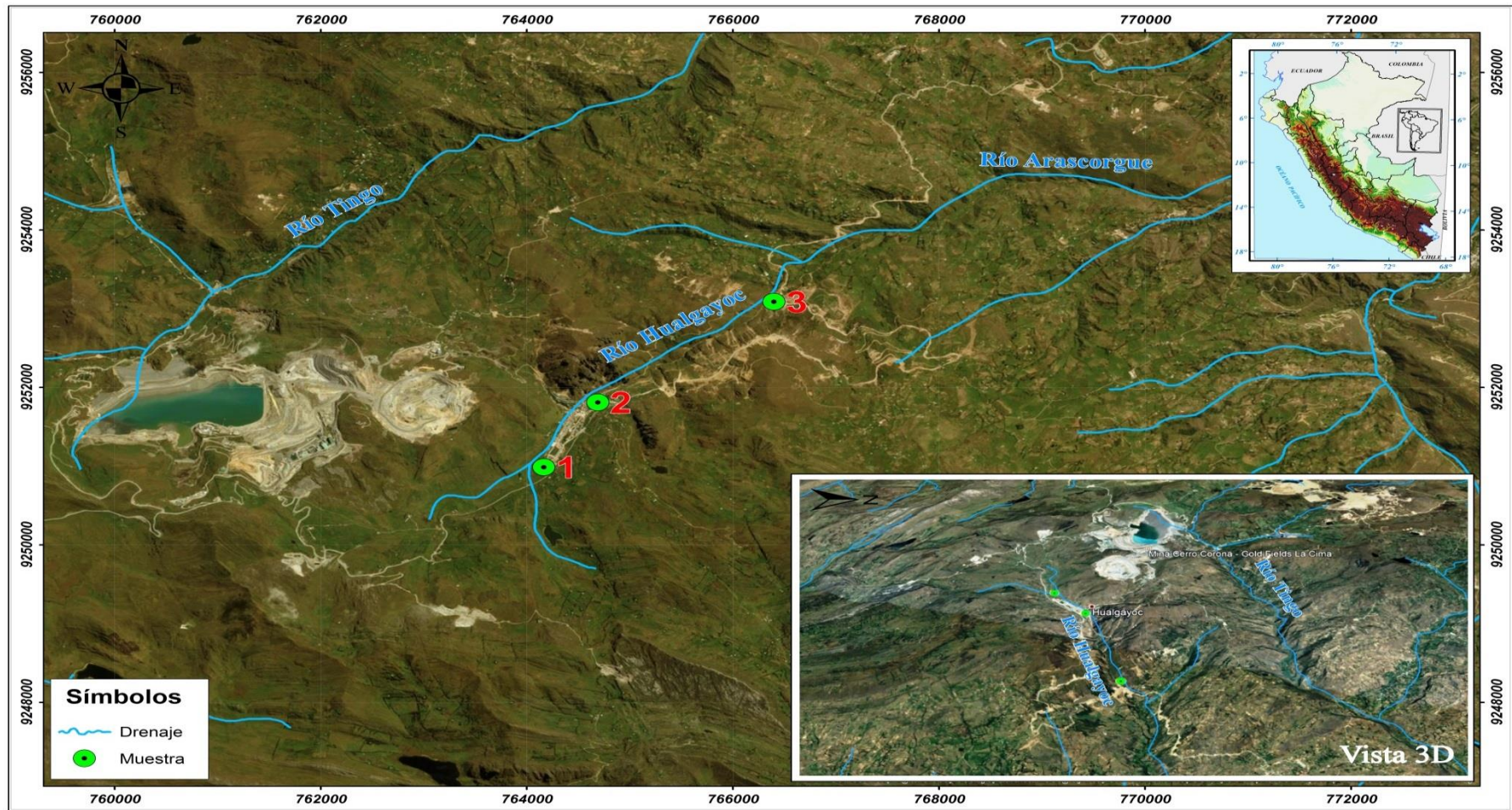


Figura 2: Puntos con sus coordenadas para la muestra

3.2 ANÁLISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 7

Resultados de metales pesados obtenidos de los análisis, resultados de la ANA para realizar comparaciones con las ECAs según D.S. N° 004-2017.

ECAs				2015			2016			2017			2018		
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Resultados del ANA			Resultados del ANA			Resultados del ANA			Resultados RVG		
				Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
				D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2
Arsénico	mg/l	0.1	0.2	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.015	0.013	0.033	0	0.01	0.02	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Cadmio	mg/l	0.01	0.05	<0.0024	0.0094	0.0573	0.0006 2	0.0011 5	0.0934 9	<0.00001	0.006	0.019	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Cromo	mg/l	0.1	1	<0.0028	<0.0028	<0.0028	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Mercurio	mg/l	0.001	0.01	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Plomo	mg/l	0.05	0.05	<0.004	0.043	0.016	<0.001	<0.001	<0.001	0	0.03	0.07	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Zinc	mg/l	2	24	0.163	2.154	7.557	0.036	0.335	17.75	<0.0100	1,22	2.93	<0.0091	0.098	0.247

Fuente: elaboración propia, 2018.

Tabla 8*Resultados del punto 1*

ECAS				2015	2016	2017	2018
				Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados RVG
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Punto1	Punto1	Punto1	Punto1
				D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2
Arsénico	mg/l	0,1	0.2	<0.0006	0.015	0	<0.0065
Cadmio	mg/l	0,01	0.05	<0.0024	0.00062	<0.00001	<0.0027
Cromo	mg/l	0,1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056
Mercurio	mg/l	0,001	0.01	<0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008
Plomo	mg/l	0,05	0.05	<0.004	<0.001	0	<0.0047
Zinc	mg/l	2.00	24.00	0.16	0.04	<0.0100	<0.0091

*Fuente: Elaboración propia, 2018.***Tabla 9***Resultados del punto 2*

ECAS				2015	2016	2017	2018
				Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados RVG
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Punto2	Punto2	Punto2	Punto2
				D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2
Arsénico	mg/l	0.1	0.2	<0.0006	0.013	0.01	<0.0065
Cadmio	mg/l	0.01	0.05	0.0094	0.00115	0.006	<0.0027
Cromo	mg/l	0.1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056
Mercurio	mg/l	0.001	0.01	<0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008
Plomo	mg/l	0.05	0.05	0.043	<0.001	0.03	<0.0047
Zinc	mg/l	2	24	2.154	0.335	1,22	0.098

*Fuente: Elaboración propia, 2018.***Tabla 10***Resultado del punto 3*

ECAS				2015	2016	2017	2018
				Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados del ANA	Resultados RVG
Parámetros	Unidad	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	Punto3	Punto3	Punto3	Punto3
				D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2
Arsénico	mg/l	0,1	0.2	<0.0006	0.033	0.02	<0.0065
Cadmio	mg/l	0,01	0.05	0.0573	0.09349	0.019	<0.0027
Cromo	mg/l	0,1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056
Mercurio	mg/l	0,001	0.01	<0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008
Plomo	mg/l	0,05	0.05	0.016	<0.001	0.07	<0.0047
Zinc	mg/l	2	24	7.557	17.75	2.93	0.247

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Análisis para el punto 1

Tabla 11

Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
	Arsénico	0.1	0.2	<0.0006	0.015	0

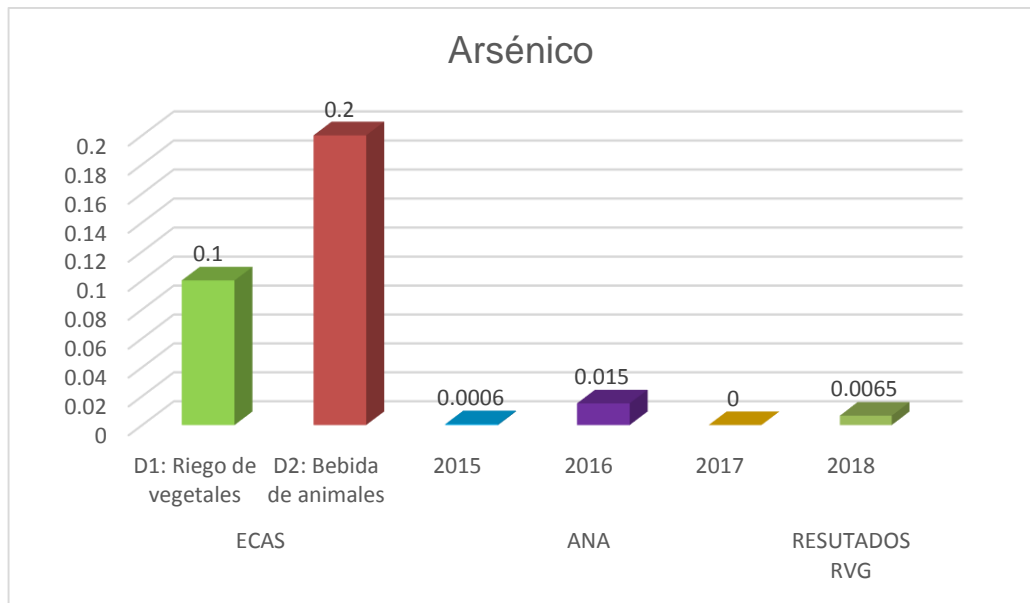


Figura 3: Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 11 y Figura3, se observa que la evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 12

Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cadmio	0.01	0.05	<0.0024	0.00062	<0.00001	<0.0027

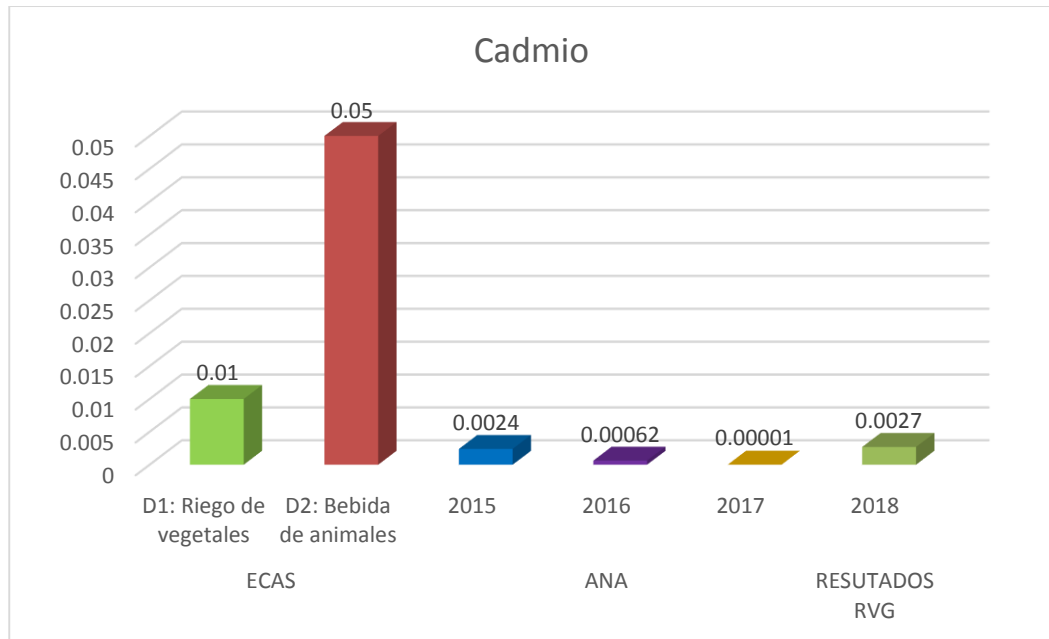


Figura 4: Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 12 y Figura 4, se observa que la evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 13

Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cromo	0.1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056

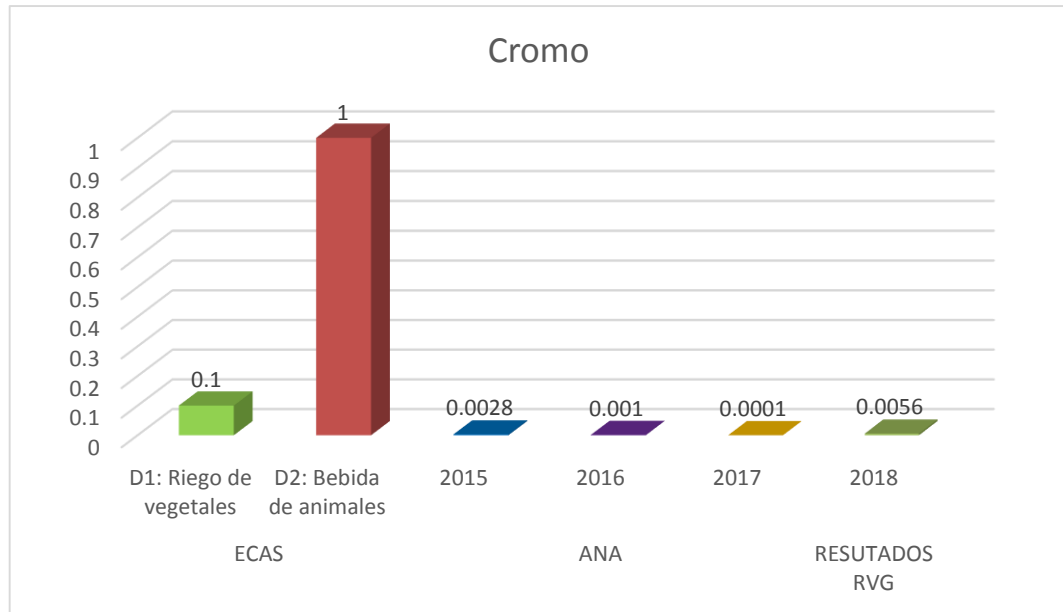


Figura 5: Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 13 y Figura 5, se observa que la evaluación de la concentración del Cromo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 14

Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Mercurio	0.001	0.01	0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008

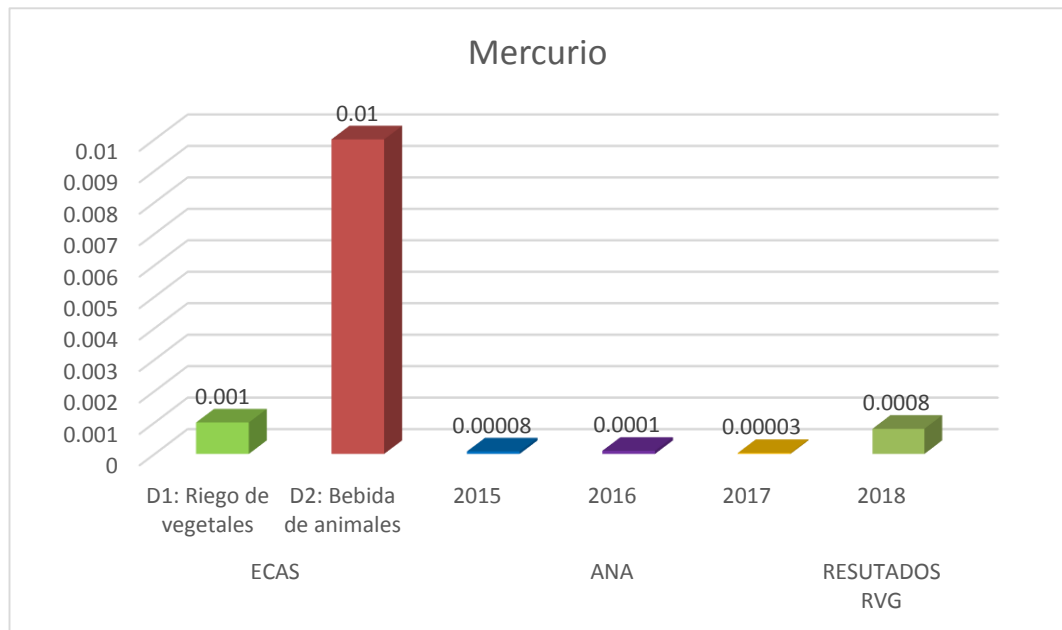


Figura 6: Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 14 y Figura 6, se observa que la evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 15

Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
	Plomo	0.05	0.05	<0.004	<0.001	0

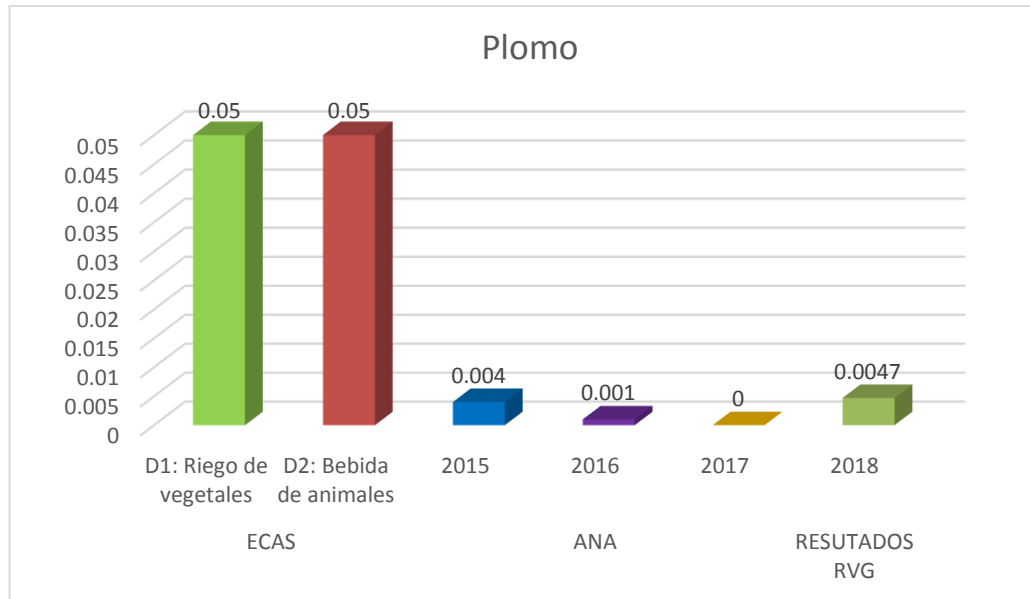


Figura 7: Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 15 y Figura 7, se observa que la evaluación de la concentración del Plomo en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 16

Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Zinc	2	24	0.163	0.036	<0.0100	<0.0091

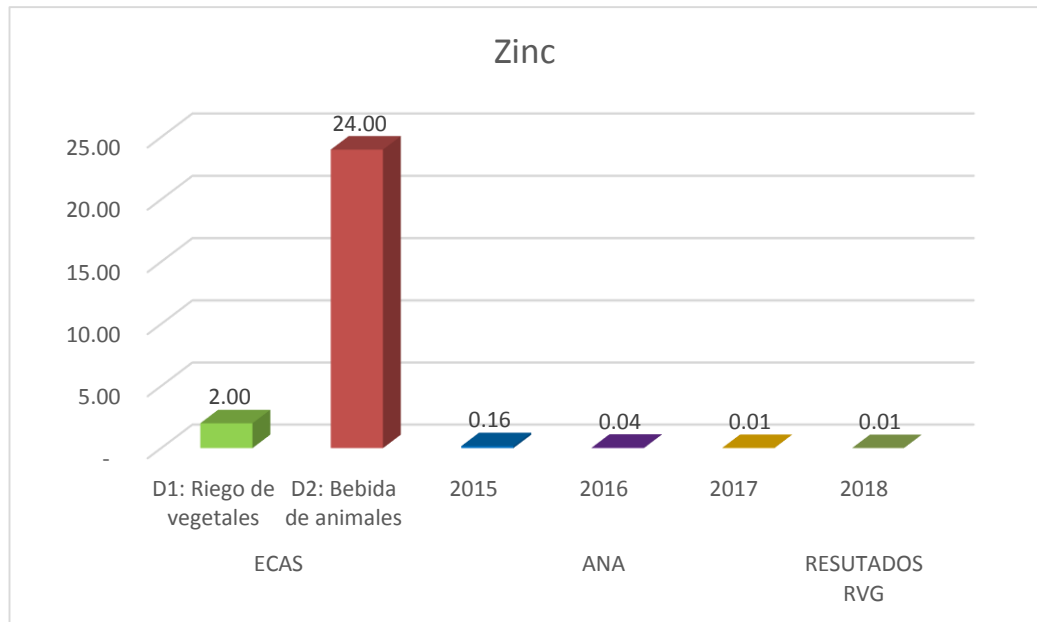


Figura 8: Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 16 y Figura 8, se observa que la evaluación de la concentración del Zinc en el punto 1, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Análisis para el punto 2

Tabla 17

Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
	Arsénico	0.1	0.2	<0.0006	0.013	0.01

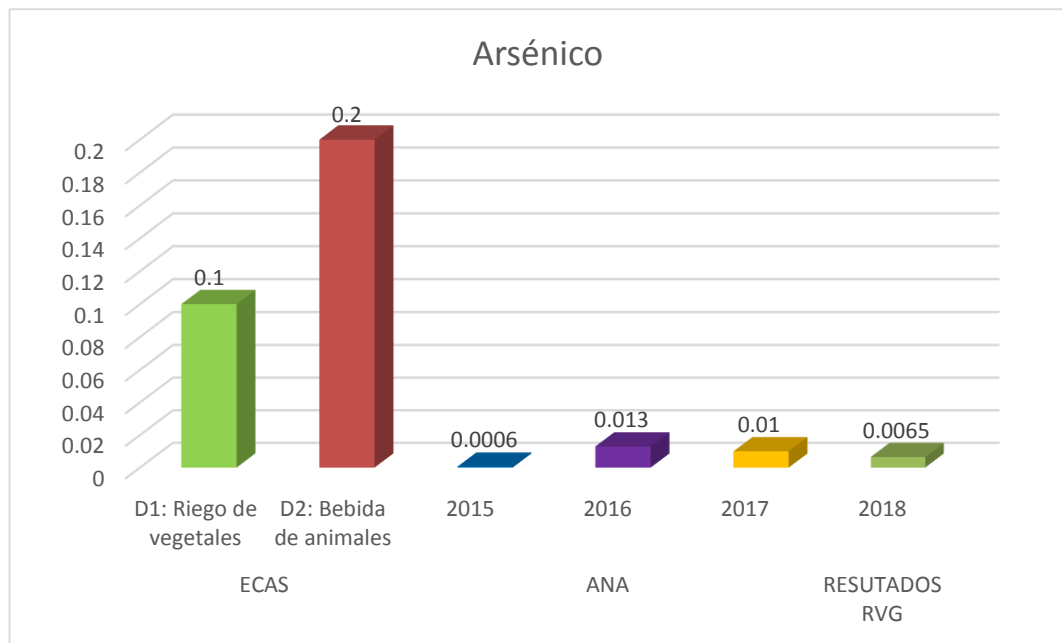


Figura 9: Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 17 y Figura 9, se observa que la evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 18

Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cadmio	0.01	0.05	0.0094	0.00115	0.006	<0.0027

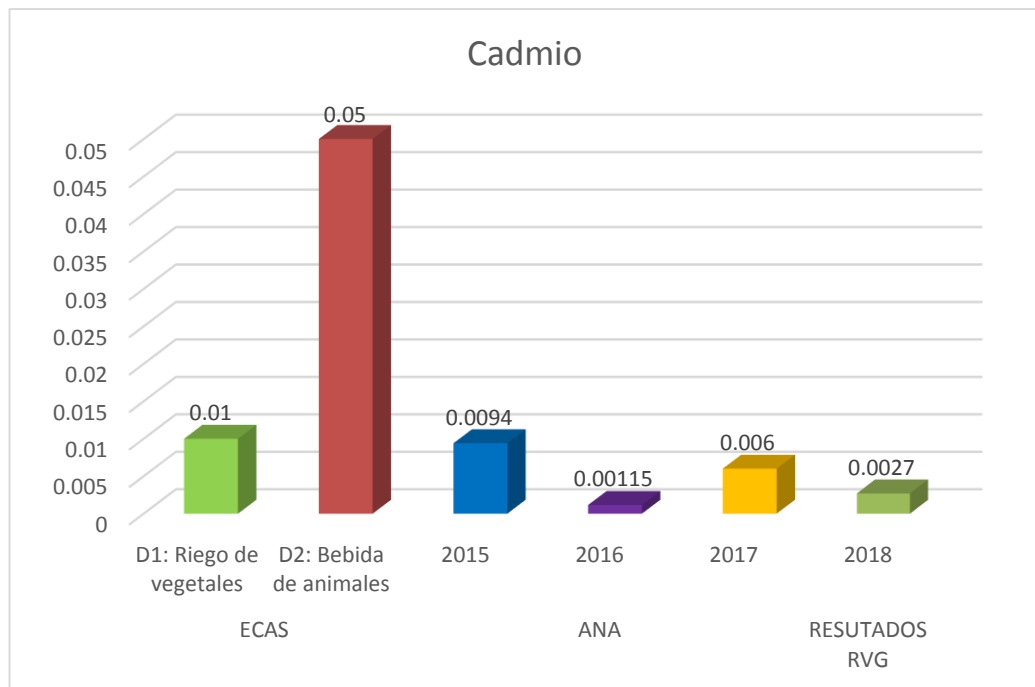


Figura 10: Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 18 y Figura 10, se observa que la evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 19

Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cromo	0.1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056

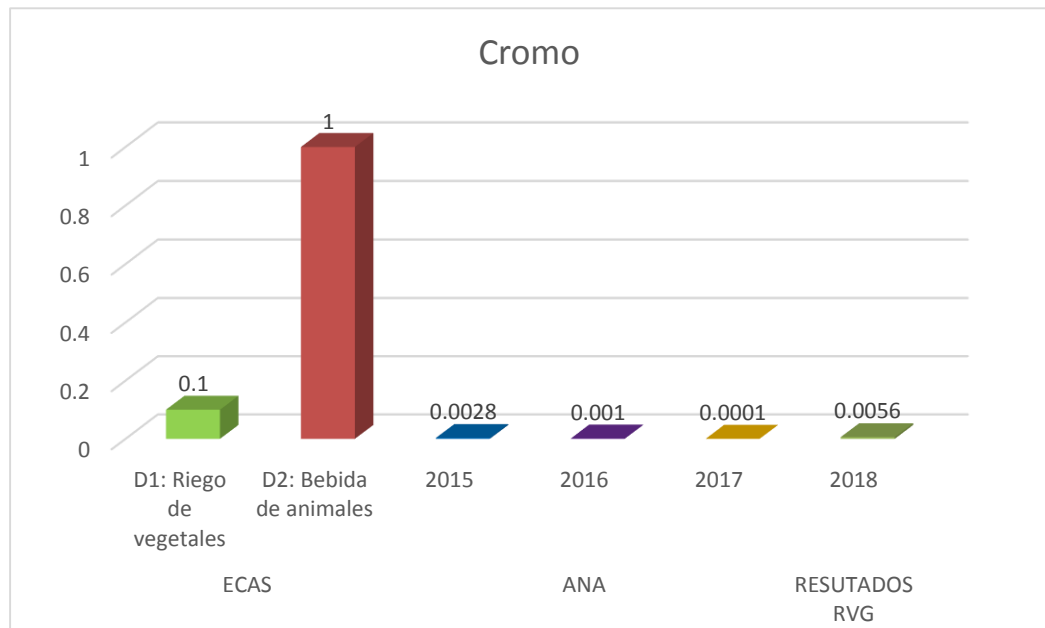


Figura 11: Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 19 y Figura 11, se observa que la evaluación de la concentración del Cromo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 20

Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Mercurio	0.001	0.01	<0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008

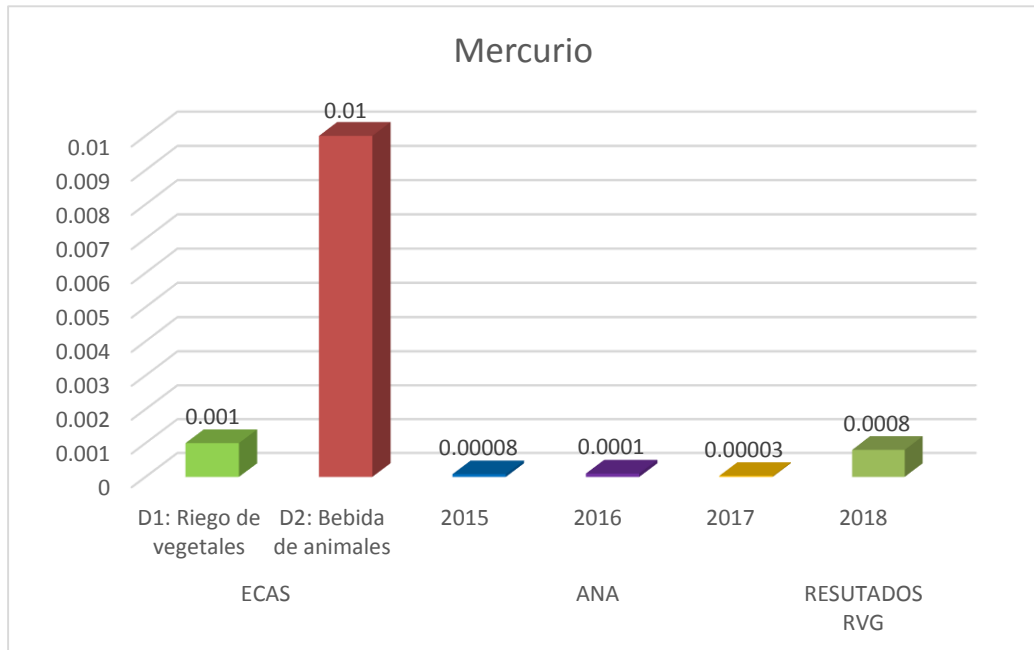


Figura 12: Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 20 y Figura 12, se observa que la evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 21

Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Plomo	0.05	0.05	0.043	<0.001	0.03	<0.0047

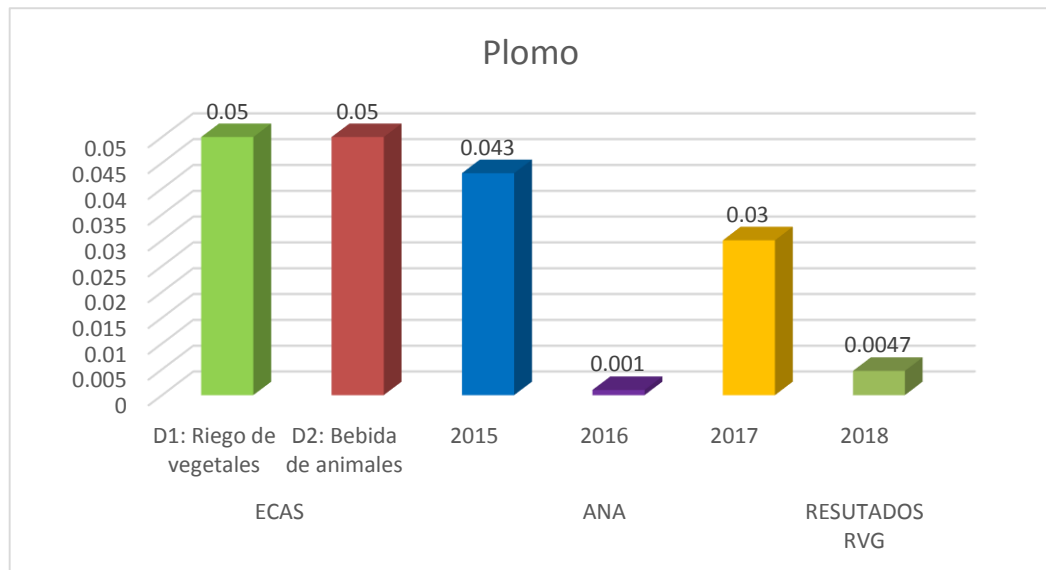


Figura 13: *Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 21 y Figura 13, se observa que la evaluación de la concentración del Plomo en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que para los años 2015, 2016 y 2018 no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, para el riego de vegetales y bebida de animales pero para el año 2017 sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, solo para bebida de animales; esto es a consecuencia de los diversos Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona, descargas de aguas residuales y por la Quebrada Mesa Planta que es un afluente del Río Hualgayoc donde allí se encuentran diversos Pasivos Ambientales Mineros.

Tabla 22

Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Zinc	2	24	2.154	0.335	1,22	0.098

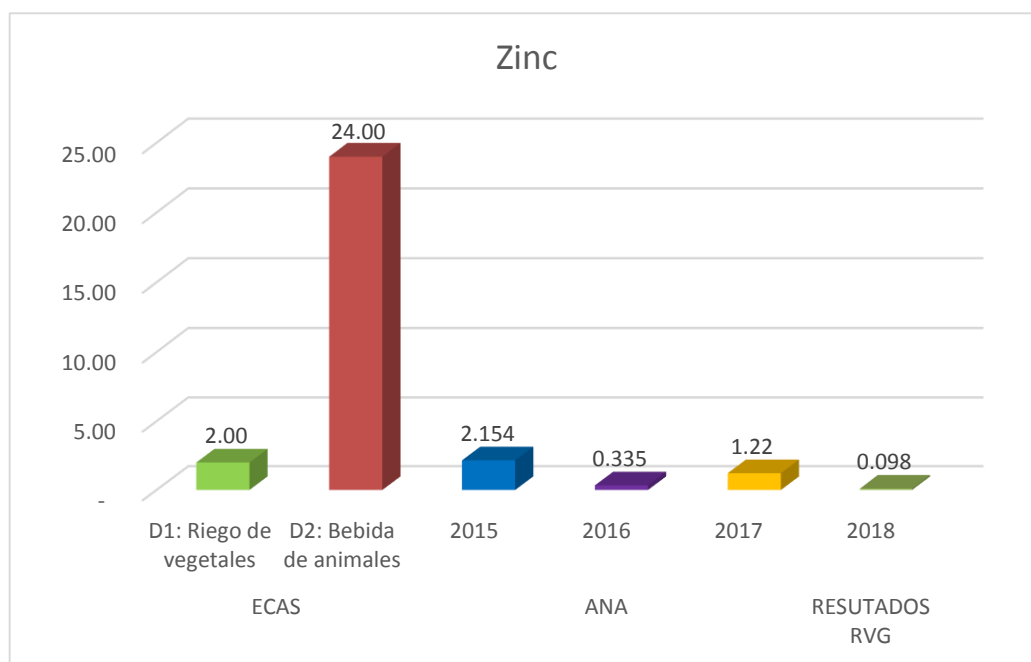


Figura 14: Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 22 y Figura 14, se observa que la evaluación de la concentración del Zinc en el punto 2, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales en los años 2016, 2017 y 2018 pero en el año 2015 sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 para riego de vegetales, esto es a consecuencia de los diversos Pasivos Mineros Ambientales que se encuentran en la zona.

Análisis para el punto 3

Tabla 23

Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
	Arsénico	0.1	0.2	<0.0006	0.033	0.02

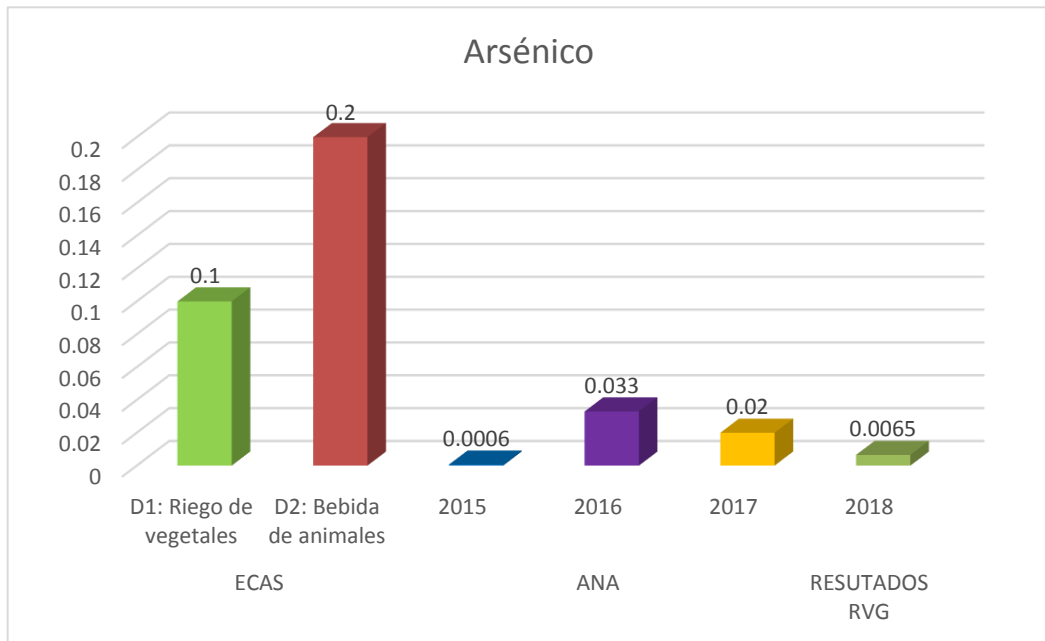


Figura 15: *Evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 23 y Figura 15, se observa que la evaluación de la concentración del Arsénico en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 24

Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cadmio	0.01	0.05	0.0573	0.09349	0.019	<0.0027

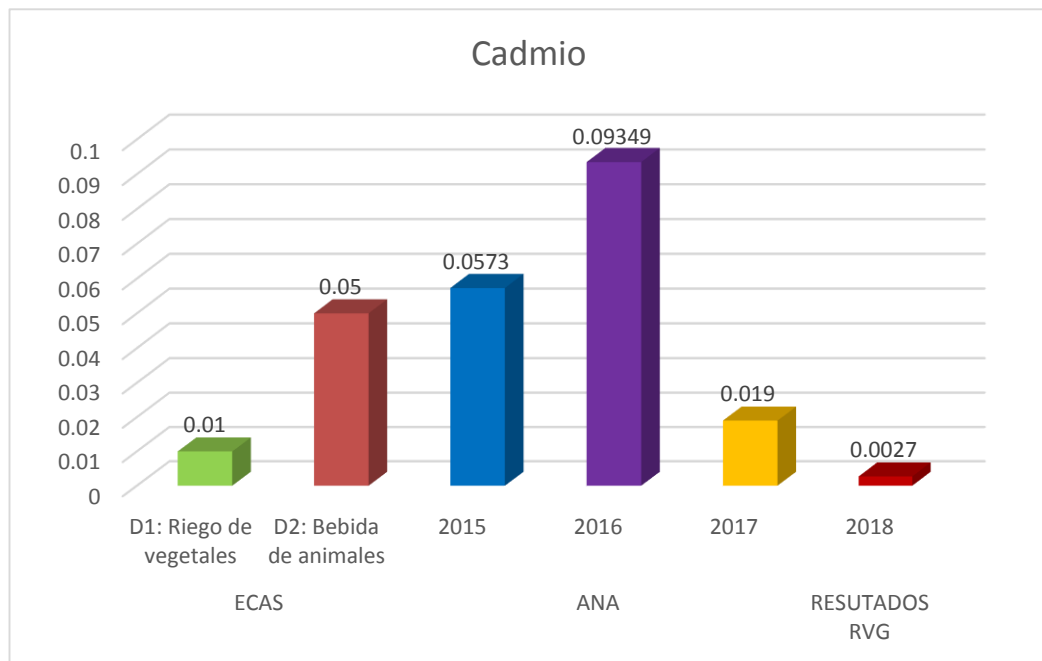


Figura 16: *Evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 24 y Figura 16, se observa que la evaluación de la concentración del Cadmio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3, en Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 en los años 2018 (para el riego de vegetales y bebida de animales) y 2017 (para bebida de animales) y para los años 2015, 2016 sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 tanto para el riego de vegetales y bebida de animales y en el año 2017 sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 para el riego de vegetales estos es por la consecuencia de los diversos Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona.

Además el ANA para el año 2017, en su INFORME TÉCNICO N°006-2018-ANA-AAVIMARAÑON-ALACHOTANO-LLAUCA NO/AIBB, para el año 2016, en su INFORME TÉCNICO N° 119 -2016-ANA-AAA-VI.M-SDGCRH y para el año 2015, en su INFORME TÉCNICO N°063-2015-ANA-DGCRH-GOCRH que el Río Hualgayoc en el Punto 3 puente Tahona-500m de la CIA. Minera Culquirumi por la presencia de metal como (Cd) estos se encuentran por encima de las ECAS para la categoría 3 esto podría ser consecuencia de la gran cantidad de pasivos mineros presentes en la zona, descargas de aguas residuales domésticas y por la Quebrada Mesas de Plata, afluente del río Hualgayoc se encuentra afectada por Plomo, por lo tanto para ese año no era permitido para riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 25

Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Cromo	0.1	1	<0.0028	<0.001	<0.0001	<0.0056

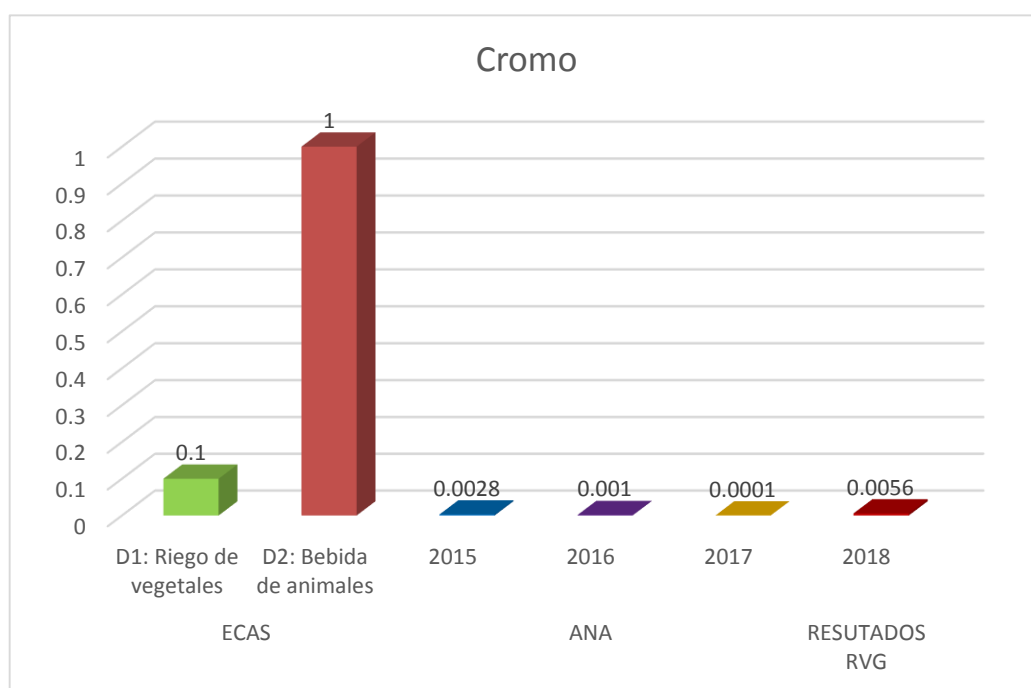


Figura 17: *Evaluación de la concentración del Cromo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 25 y Figura 17, se observa que la evaluación de la concentración del Cromo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 26

Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Mercurio	0.001	0.01	<0.00008	<0.0001	<0.00003	<0.0008

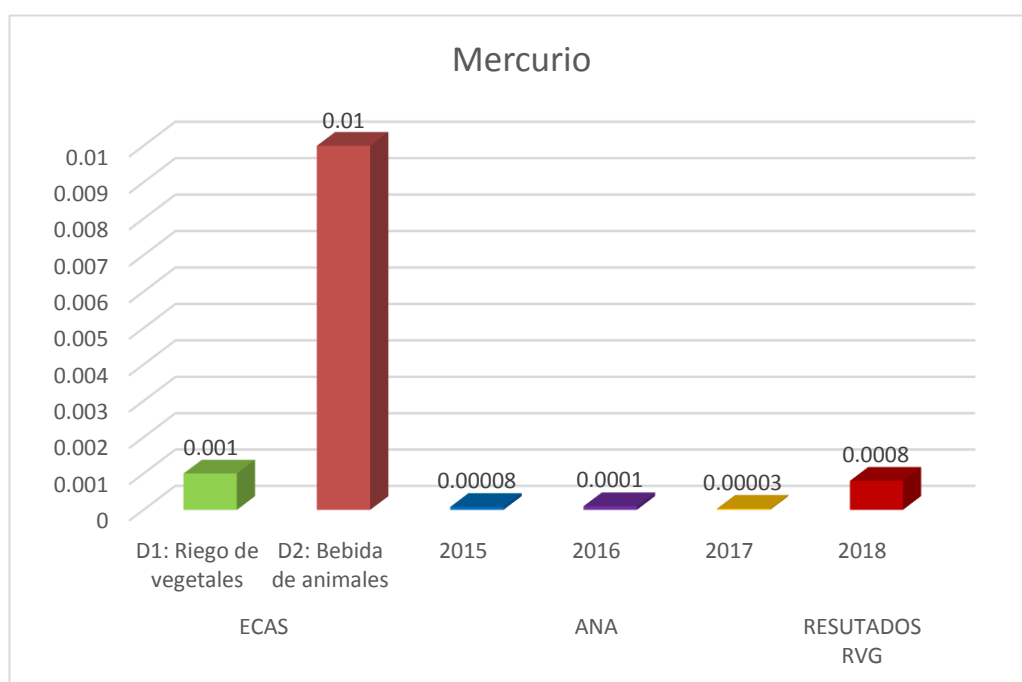


Figura 18: *Evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 26 y Figura 18, se observa que la evaluación de la concentración del Mercurio en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, ni para el riego de vegetales ni bebida de animales.

Tabla 27

Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
Plomo	0.05	0.05	0.016	<0.001	0.07	<0.0047

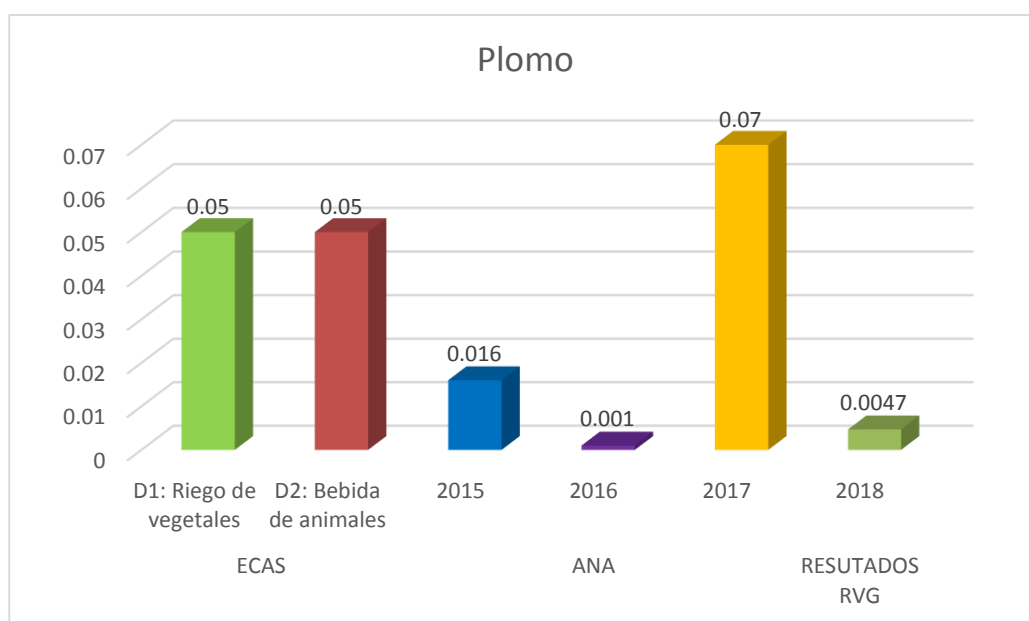


Figura 19: *Evaluación de la concentración del Plomo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 27 y Figura 19, se observa que la evaluación de la concentración del Plomo en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad de Ambiental para Agua en la Categoría 3, para el riego de vegetales y bebida de animales en los años 2018, 2016 y 2015 pero para el año 2017 sobrepasa el Estándar de Calidad de Ambiental para Agua en la Categoría 3, para el riego de vegetales y bebida de animales, esto es a consecuencia de los Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona. Además el ANA para el año 2017, en su INFORME TÉCNICO N°006-2018-ANA-AAAVIMARAÑON-ALACHOTANO-LLAUCA NO/AIBB, que el Río

Hualgayoc en el Punto 3 puente Tahona-500m de la CIA. Minera Culquirumi por la presencia de metal como (Pb) estos se encuentran por encima de las ECAS para la categoría 3 esto podría ser consecuencia de la gran cantidad de Pasivos Mineros presentes en la zona, descargas de aguas residuales domésticas y por la Quebrada Mesas de Plata, afluente del río Hualgayoc se encuentra afectada por Plomo, por lo tanto para ese año no era permitido para riego de vegetales y bebida de animales.

Tabla 28

Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.

Parámetros	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	2015	2016	2017	2018
	2	24				
Zinc			7.557	17.75	2.93	0.247

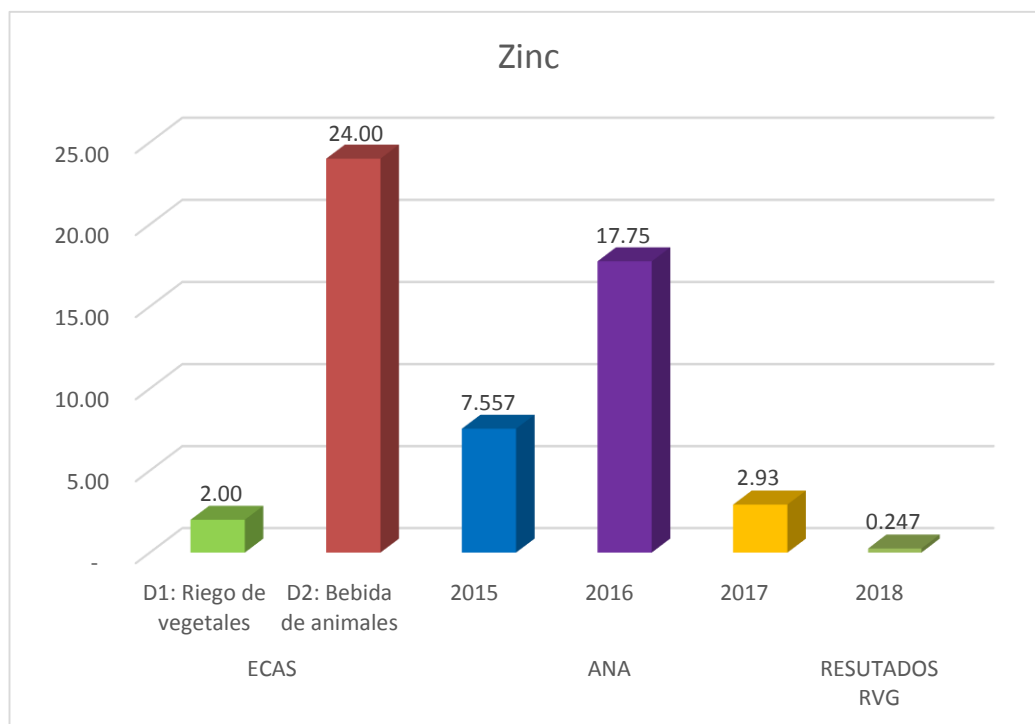


Figura 20: *Evaluación de la concentración del Zinc en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018.*

Interpretación y Comentario

Según la Tabla 28 y Figura 20, se observa que la evaluación de la concentración del Zinc en el punto 3, mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3, en Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, nos indica que no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, en los años 2018(para el riego de vegetales y bebida de animales) y 2017(para bebida de animales); pero en los años 2015, 2016 sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3, para el riego de vegetales y bebida de animales y para el año 2017 sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en la Categoría 3 solo para riego de vegetales. Según el ANA para el año 2017 en su INFORME TÉCNICO N°006-2018-ANA-AAVIMARAÑON-ALA CHOTANO-LLAUCANO/AIBB, para el año 2016, en su INFORME TÉCNICO N° 119 -2016-ANA-AAA-VI.M-SDGCRH y para el año 2015, en su INFORME TÉCNICO N°063-2015-ANA-DGCRH-GOCRH que el río Hualgayoc en el RHual3 puente Tahona-500m de la CIA. Minera Culquirumi por la presencia de metal como (Zn) estos se encuentran por encima de las ECAS para la categoría 3 esto podría ser consecuencia de la gran cantidad de Pasivos Mineros presentes en la zona, descargas de aguas residuales domésticas y por la Quebrada Mesas de Plata, afluente del río Hualgayoc se encuentra afectada por Plomo. Que no era permitido para el riego de vegetales.

CAPÍTULO IV CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Los resultados de la investigación nos muestran que los parámetros de la Categoría 3, para riego de vegetales la concentración de metales pesados como Pb en el punto 3 y en el año 2017, el Cd en el punto 3 para los años 2015 y 2016 y Zn en el punto 2 para el año 2015 y en el punto 3 para los años 2016 y 2017 supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, para riego de vegetales; en el Río Hualgayoc, Cajamarca, 2015 – 2018, por lo que la primera hipótesis es aceptada; pero para los metales As, Cr y Hg podemos decir que no es aceptada.

CONCLUSIONES

En cuanto a los resultados obtenidos de los análisis y del ANA la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018; en el punto 2 y punto 3, en los años 2015, 2016 y 2017 los metales pesados (Pb, Cd, Zn) sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, para riego de vegetales, pero para los metales pesados (Cr, As, Hg) en el punto 1, punto 2 y punto 3 no supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3 establecidos en el D.S. N° 004-2017 MINAN para agua categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales.

Los resultados de la concentración de Plomo en el año 2015 se encuentra en el punto 1 <0.004 mg/l, punto 2 0.043 mg/l y punto 3 0.016 mg/l, en el año 2016 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.001 mg/l, en el año 2017 se encuentra punto 1 0.03 mg/l, no supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, punto 2 no se encuentra, mientras que en el punto 3 0.07 mg/l sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3 para riego de vegetales y bebida de animales esto es consecuencia de los Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona; en el año 2018 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0047 mg/l no supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3.

Los resultados de la concentración de Cromo en el en el año 2015 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0028 mg/l, en el año 2016 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.001 mg/l, en el año 2017 punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0001 mg/l y en el año 2018 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0056 mg/l no sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3.

Los resultados de la concentración de Cadmio en el en el año 2015 se encuentra en el punto 1 <0.0024 mg/l, punto 2 0.0094 mg/l, en el año 2016 se encuentran en el punto 1 0.00062 mg/l, punto 2 0.00115 mg/l, en el año 2017 se encuentran

en el punto 1 <0.00001 mg/l, punto 2 0.006 mg/l y punto 3 0.019 mg/l, y en el año 2018 se encuentran en el punto 1 , punto 2 y punto 3 <0.0027 mg/l no sobre pasa los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3; mientras que en el año 2015 punto 3 0.0573 mg/l, y en el año 2016 en el punto 3 0.09349 mg/l, sobre pasan los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3; para riego de vegetales y bebida de animales, a consecuencia de los Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona.

Los resultados de la concentración de Arsénico en el año 2015 se encuentran en el punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0006 mg/l, en el año 2016 se encuentra en el punto 1 0.015 mg/l, punto 2 0.013 mg/l y punto 3 0.033 mg/l, en el año 2017 en el punto 1 su valor es cero, punto 2 0.01 mg/l y punto 3 0.02 mg/l, y en el año 2018 se encuentran en el punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0065 mg/l no supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3.

Los resultados de la concentración de Zinc en el año 2015 se encuentra punto 1 0.163 mg/l, en el año 2016 se encuentra punto 1 0.036 mg/l, punto2 0.335 mg/l, en el año 2017 se encuentra punto 1 <0.0100 mg/l, punto 2 $1,22$ mg/l y en el año 2018 se encuentra punto 1 <0.0091 mg/l, punto 2 0.098 mg/l y punto 3 0.247 mg/l no sobre pasando los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, mientras que en el año 2015 en el punto 2 2.154 mg/l y punto 3 7.557 mg/l, en el año 2016 en el punto 3 17.75 mg/l y en el año 2017 en el punto 3 2.93 mg/l sobre pasa los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3; para el riego de vegetales, a consecuencia de los Pasivos Ambientales Mineros que se encuentran en la zona.

Los resultados de la concentración de Mercurio en el año 2015 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.00008 mg/l, en el año 2016 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0001 mg/l, en el año 2017 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.00003 mg/l, y en el año 2018 se encuentra punto 1, punto 2 y punto 3 <0.0008 mg/l no supera los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3.

RECOMENDACIONES

- Realizar análisis de suelos, plantas, pastos y animales ya que estas aguas del Río Hualgayoc son utilizadas para riego de vegetales y bebida de animales.
- A las empresas mineras Gold Fieds La Cima S. A, Coymolache y Tantahuatay quienes deben de tomar en cuenta los resultados obtenidos de las investigaciones de esta índole, para que a partir de ellas se tomen decisiones.
- Se realicen otros estudios de investigación y se tomen medidas pertinentes juntamente con la Autoridad Nacional del Agua para el distrito y provincia de Hualgayoc y conservación de la Cuenca del Río Llaucano.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Andrade, E. y Ponce, W. (2016). Determinación de los Niveles de Metales Pesados en la Microcuenca del Río Carrizal del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí. (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Manabí, México. Recuperado de Link: <http://181.196.143.6/bitstream/eam/42000/283/1/TMA84.pdf>

Arango, J. (2016). Determinación de Concentración de Metales Pesados en Especies Vegetales que crecen en la Zonas Adyacentes a los Drenajes Ácidos de la Mina en el Distrito de Hualgayoc Cajamarca 2016 (tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas Perú, Cajamarca. Recuperado de <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/11537/12700>.

Autoridad Nacional del Agua (2018). Ley de Recurso Hídricos. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/publicaciones/instrumentos-de-gestion/leyes>

Autoridad Nacional del Agua (2015). IV Monitoreo Participativo de la Calidad del agua superficial de la Cuenca del Río Llaucano, Región Cajamarca

Autoridad Administrativa del Agua VI Marañón (2016). Sexto Monitoreo Participativo de la Calidad de agua superficial de la Cuenca del Río Llaucano

Autoridad Administrativa del Agua VI Maraón y Administración Local del Agua Chotano Llaucano (2018). Calidad del agua de las microcuencas de los Ríos Tingo-Maygasbamba, Hualgayoc-Arascorgue y Perlamayo

Bermúdez, M. (2010). Contaminación y turismo sostenible. Recuperado de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>

Chata, A. (2015). Presencia de Metales Pesados (Hg, As, Pb Y Cd) en Agua y Leche en la Cuenca del Río Coata 2015 (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú, Puno. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/hand00le/UNAP/1930/Chata_Quenta_Ayde.pdf?sequence=1

Castro, A. (2017). Contaminación por metales pesados Cadmio y Plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella Guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y perimetral (Estero Salado, Guayaquil-Ecuador), (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador, Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20970>

Covarrubias, A. y Peña, J. (2016). El papel de los microorganismos en la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/416/41648311004.pdf>

Chagua, R y Tardío, J (2015). Evaluación de remoción de cobre y Zinc por la planta nativa scirpus californicus(totora) en la comunidad de Pomachaca –Tarma, (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Tarma, Perú Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1939/Chagua%20Orosco%20-%20Tardio%20osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, Área de Aguas Superficiales, Administración Local de Agua Huancané, Inventario de fuentes de agua superficiales de las cuencas Huancané y Suches Huancané, diciembre 2010. Recuperado de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/inventario_fuentes_hidricas_superficiales_-_cuencas_huancane_y_suches_0.pdf

Diaz, S. (2014). Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/642/T%20628.162%20D542%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo nº 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales. Recuperado de http://www.digesa.Minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf

El, H. (2013). Técnicas de Preconcentración en el Análisis de Metales Traza. Fraccionamiento Químico en el Control de la Contaminación Metálica de la Bahía de Tánger (tesis de doctorado). Universidad de Cádiz, Cadiz, España. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16999/Tesis%20Hafida%20El%20Mai%20Marzo%202013.pdf>

Funciones de la Autoridad Nacional del Agua en la Legislación de los Recursos Hídricos. Recuperado de <http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/5.-Funciones-de-la-ANA-en-la-gesti%C3%B3n-de-calidad-de-los-recursos-h%C3%ADdricos.pdf>

Graza, E. (2015). Determinación De Pb, Cd, As En Aguas Del Río Santa En El Pasivo Minero Ambiental De Recuay, Ticapampa; Recuay – Ancash (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Perú, Lima. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4205/Quispe_pr.pdf;jsessionid=DEA26BA977E257933731AFA94FB4298D?sequence=1

Guerrero, R. (2017). Contaminación por metales pesados Cadmio y Plomo en agua, sedimento y en mejillón *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) en los puentes 5 de junio y Perimetral (estero salado, Guayaquil Ecuador). (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20970/1/TESIS%2018%20AGOTO%20ROBERTO%20CARLOS%20CASTRO%20GUERRERO.pdf>

- Herrera, A. y Heredia, E. (2017). Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y Diciembre, 2016 (tesis de pregrado). Universidad de Lambayeque, Perú, Lambayeque. Recuperado de <http://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/108/1/IA%20-%20Herrera%20Delgado%20Abigail%20y%20Heredia%20Quispe%20Edgar.pdf>
- Izquierdo, J. y Verástegui, S. (2017). Concentración de Metales Pesados (As, Cd, Cr, Hg Y Pb) en el Agua de la Cuenca Baja del Río Jequetepeque, en Relación a los Estándares de Calidad del Agua - Categoría 3, Cajamarca - 2016 (tesis de pregrado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Perú, Cajamarca. Recuperado de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/213/TESIS%20100%25%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Laino, G. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del Río Grijalva, frontera México-Guatemala (tesis de pregrado). El Colegio de la Frontera Sur, México, Mexico Guatemala. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v6n4/v6n4a4.pdf>
- Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>.

Londoño, L.; Londoño, P. y Muñoz, F. (2016), Los Riesgos de los Metales Pesados en la Salud Humana y Animal. Recuperado de <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/viewFile/1707/388>

Martinez, M. (2017). Desarrollo de Materiales Híbridos para la Eliminación de Arsénico de Medios Acuáticos (tesis de pregrado). Universidad de La Coruña. Recuperado de <http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/18400/MartinezCabanasMariaTD2017.pdf?sequence=2>

Ministerio del Ambiente (2005). Ley General del Ambiente Ley N° 28611. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>.

Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM. Aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Ministerio de Salud. (2015). Norma Técnica de Salud que Establece la Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública de Factores de Riesgo por Exposición e Intoxicación por Metales Pesados y Metaloides

RM N° 006 – 2015/MINSA. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/3477.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA (2004). Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978

Quispe, F. (2017). Evaluación de la Concentración de Metales Pesados (Cromo, Cadmio Y Plomo), en los Sedimentos Superficiales en el Río Coata, 2017 (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Perú, Puno. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4787/Quispe_Yana_Raul_Fernando.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy%2B%26cd=2%26hl=es%26ct=clnk%26gl=pe

Ramirez, A. (2016). Informe del Monitoreo Adicional de Residuos Químicos y Otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2015. Recuperado de <http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2016/08/Informe-del-Monitoreo-Adicional-de-Residuos-Qu%C3%ADmicos-y-otros-Contaminantes-en-Alimentos-Agropecuarios-Primarios-a%C3%B1o-2015-1.pdf>.

Rojas, M. (2011). Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. (tesis de pregrado). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Mexico.

Recuperado de http://www.conanp.gob.mx/contenido_2/pdf/ce doc_tesis_2013/Rojas_Mayorquin_Citlalli_Micaela-Estudio_de_la_contaminacion.pdf

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú 2011. Recuperado de [.http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

Reyes, Y.; Vergara, I.; Torres, O. Díaz, M. y González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en Salud, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096110.pdf>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2016). Informe del Monitoreo Adicional de Residuos Químicos y Otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos. Recuperado de <http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2016/12/Informe-del-Monitoreo-Adicional-de-Residuos-Químicos-y-otros-Contaminantes-en-Alimentos-Agropecuarios-Primarios-año-2015.pdf>

Vásquez, C. (2011). Hidrología. Recuperado de <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/HIDROLOGIA.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 29 . *Influencia de la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc, Cajamarca 2015-2018.*

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
<p>Problema principal: ¿Cuál es la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.</p>	<p>Hipótesis general: La concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), es mayor de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.</p>	<p>Variable Dependiente La concentración de metales pesados.</p>	<p>Ficha de registro de parámetros según la Categoría 3.</p>	<p>Tipo de investigación Cuantitativa</p>
<p>Problemas secundarios: ¿Cuál es la variación de la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg) mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018?</p>	<p>Objetivos específicos: Comparar la concentración del Plomo mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018. Comparar la concentración del Cromo mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018. Comparar la concentración del Cadmio mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.</p>	<p>Hipótesis secundarias: La variación de la concentración de metales pesados (Pb, Cr, Cd, As, Zn, Hg), es mayor mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.</p>	<p>Variable Independiente Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3</p>	<p></p>	<p>Nivel de investigación Descriptiva</p> <p>Método de investigación Inductivo</p> <p>Diseño de investigación No experimental</p> <p>Población Todo el Río Hualgayoc.</p> <p>Muestra Para la muestra estará conformado por tres puntos del Río Hualgayoc.</p>

Comparar la concentración del Arsénico mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Zinc mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Comparar la concentración del Mercurio mediante los Estándares de Calidad Ambiental para la Categoría 3, del Río Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, desde el año 2015 al 2018.

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Anexo 2: Instrumento

Ficha de registro de parámetros según la Categoría 3, para año 2015 al 2018

Parámetros	Unidad	ECAS		2015			2016			2017			2018		
		D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	ANA			ANA			ANA			RESULTADOS RVG		
				Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
				D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2	D1 -D2
Arsénico	mg/l	0.1	0.2												
Cadmio	mg/l	0.01	0.05												
Cromo	mg/l	0.1	1												
Mercurio	mg/l	0.001	0.01												
Plomo	mg/l	0.05	0.05												
Zinc	mg/l	2	24												

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Ficha de registro de parámetros de campo


Río.....

Responsable.....

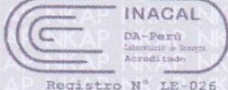
Punto de monitoreo	Descripción del punto de muestreo/ubicación	Provincia	Distrito	Departamento	Coordenadas		Altitud msnm	Fecha	Hora	Observaciones
					Norte/Sur	Este/Oeste				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 3: Informe de Ensayo



**LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON
REGISTRO No LE 026**



Registro N° LE-026

INFORME DE ENSAYO

C-078-D218-RVG

Pág. 01 de 02

CLIENTE : ROCIO VASQUEZ GOICOCHEA
JR. HUANUCO NRO. 2437 CAJAMARCA

MÉTODOS DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Superficial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico y vidrio
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente


LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 11 de Abril de 2018
Hora: 17:50

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 11 de Abril de 2018

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Metales Totales por ICP**	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994	Ag <0.0093, Al <0.0060, As <0.0056, Ba <0.0056, Be <0.0057, B <0.0102, Ca <0.0116, Cd <0.0027, Ce <0.0054, Co <0.0071, Cr <0.0056, Cu <0.0084, Fe <0.0059, Hg <0.0008, K <0.0100, Li <0.0059, Mg <0.0146, Mn <0.0070, Mo <0.0049, Ni <0.0069, Na <0.0121, Ni <0.0059, P <0.0137, Pb <0.0047, Si <0.0052, Sr <0.0125, Sn <0.0079, Sr <0.0103, Ti <0.0090, Tl <0.0078, V <0.0075, Zn <0.0091 (mg/L)


Sello



Fecha Emisión


24/04/2018

Jefe Administrativo



Alexandra Aurazo Rodriguez

Jefe del Laboratorio de Quimica



Edder Neyra Jaico

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo, luego serán eliminadas, salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

* Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú
Sede Cajamarca: Libre Para Calle Mz. F, Lot. 16 Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51-44-280426
C-078-D218-RVG
www.nkap.com.pe

Figura 21: Informe de ensayo.
Fuente: NKAP, 2018.

INFORME DE ENSAYO

C-078-D218-RVG

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-078-01	C-078-02	C-078-03
Código de Cliente			Punto N°1	Punto N°2	Punto N°3
Ítem de Ensayo			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Fecha de Muestreo			11/04/2018	11/04/2018	11/04/2018
Hora de Muestreo			11:30	12:10	13:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Metales Totales por ICP**					
Aluminio	Al	mg/L	0.122	0.558	1.409
Antimonio	Sb	mg/L	<0.0052	<0.0052	<0.0052
Arsénico	As	mg/L	<0.0065	<0.0065	<0.0065
Bario	Ba	mg/L	0.022	0.035	0.042
Berilio	Be	mg/L	<0.0057	<0.0057	<0.0057
Boro	B	mg/L	0.102	0.154	0.237
Cadmio	Cd	mg/L	<0.0027	<0.0027	<0.0027
Calcio	Ca	mg/L	70.34	75.06	81.99
Cerio	Ce	mg/L	<0.0054	<0.0054	<0.0054
Cobalto	Co	mg/L	<0.0071	<0.0071	<0.0071
Cobre	Cu	mg/L	<0.0084	0.016	0.056
Cromo	Cr	mg/L	<0.0056	<0.0056	<0.0056
Estaño	Sn	mg/L	<0.0079	<0.0079	<0.0079
Estroncio	Sr	mg/L	0.162	0.244	0.269
Fósforo	P	mg/L	<0.0137	<0.0137	<0.0137
Hierro	Fe	mg/L	0.172	0.309	1.002
Litio	Li	mg/L	<0.0098	<0.0098	<0.0098
Magnesio	Mg	mg/L	5.014	5.724	6.206
Manganeso	Mn	mg/L	0.017	0.041	0.060
Mercurio	Hg	mg/L	<0.0008	<0.0008	<0.0008
Molibdeno	Mo	mg/L	<0.0048	<0.0048	<0.0048
Niquel	Ni	mg/L	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Plata	Ag	mg/L	<0.0093	<0.0093	<0.0093
Plomo	Pb	mg/L	<0.0047	<0.0047	<0.0047
Potasio	K	mg/L	1.624	1.984	2.514
Selenio	Se	mg/L	<0.0069	<0.0069	<0.0069
Silice	SiO ₂	mg/L	10.23	12.84	15.39
Sodio	Na	mg/L	1.095	1.254	1.638
Talio	Tl	mg/L	<0.0078	<0.0078	<0.0078
Titanio	Ti	mg/L	<0.0090	<0.0090	<0.0090
Vanadio	V	mg/L	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Zinc	Zn	mg/L	<0.0091	0.098	

(**) Los Métodos indicados han sido ejecutados en la sede Trujillo



Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems recibidos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

*Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo requerimiento expreso del cliente.

*Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú
Sede Cajamarca: Libre Para Calle Mz. F, Lot. 16 Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426
C-078-D218-RVG
www.nkap.com.pe

Figura 22: Resultado de Informe de Ensayo.

Fuente: NKAP, 2018.

Cuadro N°05.- Resultados del Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial en las microcuencas de los ríos Tingo-Maygasbamba, Hualgayoc-Arascorgue y Perlamayo

Código de Punto de Monitoreo	ECA: CATEGORÍA 3						06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	09/12/2017	05/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	07/12/2017	07/12/2017	09/12/2017	07/12/2017	07/12/2017					
	Fecha de Muestreo	Unidad	Urbano	Aguas P. C.	Dt. Reg. C.	Municipio	Cant. C.	Dist. C.	Cant. C.	R1Hual1	R1Hual2	R1Hual3	R1Ting1	R1Ting2	R1Ting3	R1Ting4	R1Ting5	R1Ting6	R1Ting7	Q1Amm1	Q1Amm2	Q1Amm3	Q1Amm4	Q1Amm5	Q1Amm6	Q1Amm7				
	Hora de Muestreo																										11:30:00	12:15:00	14:20:00	11:00:00
PARAMETROS FISICO - QUÍMICOS																														
Conductividad Eléctrica	(µS/cm)	2500	5000	363,2	242,1	435,6	55,05	898,3	595	1084	725,1	600,8	806,3	665,6	677,8	1231	555,2	1104	545,3	247,5	105,3	268								
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	8,07	8,45	8,41	5,25	7,279	7,79	7,946	8,89	8,46	7,602	7,807	4,64	3,358	6,436	3,2	3,49	3,74	7,85	4,33								
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	≥ 5	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///			
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	12,38	12,96	13,45	10,696	13,65	12,335	13,01	12,581	14,32	11,867	11,28	10,04	12,732	12,26	13,24	14,24	12,46	13,02	18,22								
Acaites y Grasas	mg/l	5	10	< 1,0	< 1,0	///	1,9	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
Bicarbonato	mg HCO3/L	518	**	148,2	136,5	106	< 1,2	26,8	33,4	34,1	193,9	141,5	33,2	75,9	< 1,2	< 1,2	39,6	///	///	///	62,5	///	///	///	///	///	///			
Cianuro Wad	mg CN /L	0,1	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001			
Cloruros, Cl-	mg/L	500	**	0,761	1,645	1,364	< 0,051	17,94	10,38	34,75	12,23	7,235	3,959	3,306	4,592	1,567	0,245	0,111	0,584	0,065	0,242									
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15	< 2	< 2	< 2	< 2	4	7	8	4	2	< 2	< 2	< 2	< 2	2	< 2	< 2	///	< 2	< 2								
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	40	40	8	12	12	7	16	21	14	28	///	10	9	< 2	21	26	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2		
Detergentes Aniónicos	mg/L	0,2	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Nitratos, NO3-	mg NO3-/L	100	100	1,246	1,502	1,354	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	5,171	< 0,004	1,008	0,983	< 0,004	< 0,004	0,269	0,066	///	0,055	0,189								
Nitrógeno Total	mg N/L	10	10	0,36	0,411	0,397	0,37	10,1	12,8	9,03	7,84	1,61	0,9	0,374	0,341	3,62	0,862	0,678	0,231	0,025	0,058	0,194								
Sulfatos, SO4-2	mg SO4-2/L	1000	1000	< 0,015	< 0,015	< 0,015	0,046	8,111	4,305	5,119	2,026	0,328	0,713	< 0,015	< 0,015	0,213	0,181	502,1	187,8	///	72,67	95								
PARAMETROS INORGANICOS																														
Aluminio (Al)	mg/L	5	5	0,25	0,697	2,213	2,168	1,059	0,802	0,834	6,376	1,74	1,705	0,559	3,535	14,92	5,949	16,76	6,771	1,81	4,794	1,025								
Arsénico (As)	mg/L	0,10	0,20	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,19	0,06	0,01	0,02	0,05	0,39	0,30	0,24	0,05	0,00	0,00	0,22								
Bario (Ba)	mg/L	0,70	**	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,09	0,04	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03								
Berilio (Be)	mg/L	**	0,10	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00	< 0,00002	0,00	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	0,00	0,00	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002
Boro (B)	mg/L	1,00	5,00	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,02	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cadmio (Cd)	mg/L	0,010	0,050	< 0,00001	0,005	0,019	< 0,00001	0,002	0,001	0,001	0,008	0,003	0,002	0,008	0,068	0,032	0,009	0,038	0,012	< 0,00001	0,002	0,000								
Cobre (Cu)	mg/L	0,20	0,50	0,03	0,07	0,23	0,01	0,08	0,03	0,03	0,34	0,25	0,05	0,11	0,43	7,59	2,30	8,66	2,88	0,00	0,21	0,19								
Cobalto (Co)	mg/L	0,05	1,00	< 0,00001	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00								
Cromo (Cr)	mg/L	0,10	1,00	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00	0,00	0,01	< 0,00001	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,0001	0,00	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Hierro (Fe)	mg/L	5,00	**	0,24	2,78	6,90	0,16	0,89	0,88	0,97	18,66	5,88	1,32	1,89	23,81	51,38	32,32	46,80	9,55	1,15	0,76	4,32								
Litio (Li)	mg/L	2,50	2,50	< 0,0001	< 0,0001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
Magnesio (Mg)	mg/L	**	250,00	3,25	3,59	3,98	0,21	3,14	2,68	2,49	6,00	5,00	4,34	5,81	7,93	6,32	4,22	3,52	1,62	2,11	1,09	1,64								
Manganeso (Mn)	mg/L	0,20	0,20	0,03	0,99	2,96	0,01	0,58	0,31	0,25	2,64	1,01	0,77	1,47	9,84	8,17	2,91	5,99	2,10	0,04	0,37	0,43								
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001	0,01	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	0,002	0,00	0,00	0,00	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003	< 0,00003
Níquel (Ni)	mg/L	0,20	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,00								
Plomo (Pb)	mg/L	0,05	0,05	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20	0,05	0,01	0,25	0,19	0,13	0,12	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01								
Selenio (Se)	mg/L	0,02	0,05	0,00	< 0,0004	0,00	< 0,0004	0,024	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Zinc (Zn)	mg/L	2,00	24,00	< 0,0100	1,22	2,93	0,02	0,30	0,13	0,10	1,65	0,69	0,22	1,48	12,98	7,33	1,68	6,40	2,16	0,02	0,40	0,11								
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS																														
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	1000	///	///	///	< 1,8	23	2	14	< 1,8	///	49	///	///	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	///	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Escherichia coli	NMP/100mL	1000	**	**	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	< 1,8	< 1,8	///	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8



Figura 23: Resultados de la Autoridad Nacional de Agua.

Fuente: Autoridad Nacional de Agua, 2018.

Cuadro N°07: Resultados del Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca del Rio Llaucano – ECA Categoría 3

FECHAS Y HORA DE MONITOREO: CUENCA DEL RIO LLAUCANO	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA: Agua Categoría 3 Parámetros para Grupo de Vegetación TII-Altoparlante Cajaluma de Tello Alvarado	12/08/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018	11/09/2018
				8:00 a.m.	9:30 a.m.	11:00 a.m.	12:30 p.m.	2:00 p.m.	3:30 p.m.	5:00 p.m.	6:30 p.m.	8:00 p.m.	9:30 p.m.	11:00 p.m.	12:30 p.m.	2:00 p.m.	3:30 p.m.	5:00 p.m.	6:30 p.m.
PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS																			
Aceites y Grasas	mg/L	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2500	407.40	640.20	881.70	713.40	88.08	683.00	880.00	7806.00	842.00	882.00	584.00	1250.00	3543.00	844.00	368.00	384.10	
DBO	mg O2/L	15	<3	<3	13.00	24.00	3.00	3.00	<3	4.00	<3	<3	3.00	<3	16.00	4.00	<3	<3	
DQO	mg O2/L	48	16.00	18.00	48.00	<3	24.00	28.00	28.00	40.00	8.00	16.00	16.00	20.00	40.00	24.00	<3	8.00	
Detergentes (SAAM)	mg/l	0.2	<0.05	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Fósforo	mg/L	100	<0.005	0.009	0.051	0.041	<0.005	5.880	0.625	0.430	<0.005	0.021	0.005	0.010	<0.005	0.017	<0.005	0.005	
Nitratos	mg/L	18	0.240	0.280	0.130	0.390	<0.06	3.990	3.480	3.450	0.750	0.368	<0.06	0.220	0.090	0.700	0.100	<0.05	
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	4	<3	<3	<3	<3	4.31	7.95	7.44	11.09	<3	<3	9.68	<3	4.88	8.28	7.90	4.62	
Potencial de Hidrogeno(pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	6.36	6.23	7.76	8.43	4.38	6.24	7.42	6.77	8.33	8.01	7.45	7.90	2.82	8.28	8.37	8.18	
Temperatura	°Celsius	13	10.50	11.20	9.73	16.28	8.51	11.87	11.46	11.26	16.72	17.78	9.56	9.25	14.57	9.33	16.37	20.07	
Fosfato	mg/L	<3	<0.007	0.295	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.021	0.020	<0.007	<0.007	<0.007	0.045	
Nitrogeno amoniacal	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
Nitrogeno total	mg/L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	30	2.00	28.00	105.00	9.00	<1	12.00	2.00	16.00	2.00	<1	6.00	31.00	26.00	4.00	2.00		
PARÁMETROS METALÓGICOS																			
Aluminio Total	mg/L	5	<0.005	<0.005	9.155	0.225	1.685	2.812	5.198	1.988	<0.005	0.003	<0.005	<0.005	20.66	1.748	<0.005	<0.005	
Arsénico Total	mg/L	0.1	0.015	0.013	0.033	0.014	0.01	0.071	0.028	0.7	0.015	<0.007	0.012	0.013	1.988	0.026	0.017	0.019	
Bario	mg/L	0.7	0.08	0.04	0.34	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.02	0.02	<0.001	0.01	0.02	0.06	
Berilio	mg/L	0.1	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	
Boro Total	mg/L	1	<0.008	0.012	0.031	0.02	<0.008	0.01	0.02	0.034	<0.008	<0.008	0.014	0.135	0.015	<0.008	0.03	0.03	
Cadmio Total	mg/L	0.01	0.00062	0.00115	0.00349	0.00578	<0.00018	0.00	0.00076	0.01437	0.00019	0.0002	0.00021	0.01959	0.03303	0.00204	<0.00018	<0.00018	
Cobalto Total	mg/L	0.2	0.015	0.014	0.048	0.041	0.008	0.12	0.052	0.803	0.014	0.008	0.009	0.00	16.11	1.079	0.012	0.011	
Cobalto Total	mg/L	0.05	<0.001	<0.001	0.018	0.003	<0.001	0.009	0.004	0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0067	0.009	<0.001	<0.001	
Cromo Total	mg/L	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	
Hierro Total	mg/L	5	0.648	0.383	18.74	1.323	0.087	0.29	0.252	31.62	0.949	0.089	0.451	0.525	389.8	10.62	0.032	0.724	
Litio	mg/L	2.5	<0.001	0.00	0.91	0.90	<0.001	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	



Figura 24: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.

Fuente: Autoridad Nacional de Agua, 2018.

Cuadro N°10: Resultados del Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca del Río Llaucano – ECA Categoría 3

Código de Punto de Monitoreo		Unidad	E.C.A. Agua Categoría 3 Parámetros para Riego de Vegetales "V1"																
			11.15.00.a.	11.15.00.b.	11.15.00.c.	11.15.00.d.	11.15.00.e.	11.15.00.f.	11.15.00.g.	11.15.00.h.	11.15.00.i.	11.15.00.j.	11.15.00.k.	11.15.00.l.	11.15.00.m.	11.15.00.n.	11.15.00.o.	11.15.00.p.	
			PARÁMETROS FISICO-QUÍMICOS																
Magnesio	mg/L	250	6.31	6.24	6.81	4.37	5.27	4.67	3.17	4.07	9.40	3.81	1.52	6.53	<0.004	UV	NO		
Manganeso Total	mg/L	0.2	3.45	0.365	2.588	0.038	0.287	0.008	0.007	0.005	0.285	0.002	0.007	0.23	<0.004	UV	NO		
Niquel Total	mg/L	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	UV	NO		
Niquel	mg/L	0.3	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	UV	NO		
Plomo Total	mg/L	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	UV	NO		
Selenio	mg/L	0.02	<0.0004	0.06	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.00	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	UV	NO		
Zinc Total	mg/L	2	0.124	0.116	0.033	0.017	<0.004	0.137	0.297	0.183	0.066	<0.004	0.035	0.163	0.323	UV	NO		
Antimonio Total	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	UV	NO		
Bicarbonato	mg/L	518	182.00	264.50	35.10	125.00	176.80	185.80	142.10	186.10	269.70	210.80	187.60	266.30	<0.1	UV	NO		
Calcio	mg/L	200	92.91	97.75	75.43	49.21	68.50	66.67	46.27	57.58	133.20	76.37	36.06	112.40	2.01	UV	NO		
Carbonatos	mg/L	5	1.80	2.00	6.90	3.10	3.80	4.10	4.60	0.80	3.90	3.88	2.70	<0.1	UV	NO			
Cloruro NH4O	mg/L	0.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	UV	NO			
Cloruro	mg/L	500	7.41	12.27	48.89	31.37	3.80	1.71	2.21	1.91	22.42	1.80	7.72	<0.28	UV	NO			
Fluoruro Total	mg/L	0.05	0.016	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	UV	NO		
Estrocin Total	mg/L	0.05	0.364	0.4453	0.3306	0.3413	0.322	0.379	0.2424	0.3494	0.6483	0.244	0.122	0.511	0.02	UV	NO		
Fierro Total	mg/L	0.3	1.15	0.87	0.30	0.36	0.34	0.34	0.28	0.11	1.45	0.33	0.82	0.82	<0.01	UV	NO		
Molibdeno Total	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	UV	NO		
Plata Total	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	UV	NO		
Potasio Total	mg/L	0.05	3.83	4.27	6.82	4.52	0.953	0.72	0.70	6.34	1.81	1.06	2.51	0.88	UV	NO			
Sodio	mg/L	200	12.80	17.42	37.14	24.81	8.77	4.75	4.35	4.25	28.81	3.85	4.27	15.38	3.07	UV	NO		
Talio Total	mg/L	0.05	<0.00015	<0.00015	0.00	0.00	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	0.00034	<0.00015	<0.00015	<0.00015	<0.00015	UV	NO		
Tranio Total	mg/L	0.05	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	UV	NO		
			PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS																
Céllomas Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	1000	7900	250000	33	14	46	486	33000	33000	490000	11	8	7000	<1.8	UV	NO		
Escherichia Coli	NMP/100mL	100	7900	250000	33	14	46	486	33000	33000	230000	11	8	7000	<1.8	UV	NO		



Figura 25: Resultados de la Autoridad Nacional del Agua.

Fuente: Autoridad Nacional de Agua, 2018.

Anexo 4: Fotos



Figura 27: Toma de Muestra del Punto 1 del Río Hualgayoc.
Fuente: Elaboración propia, 2018



Figura 28: Toma de Muestra del Punto 2 del Río Hualgayoc.
Fuente: Elaboración propia, 2018



Figura 29: Toma de Muestra del Punto 3 del Río Hualgayoc.
Fuente: Elaboración propia, 2018.