

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LA  
MICROCUCENCA DEL RÍO ALTO HUALLAGA Y SUELOS  
AGRÍCOLAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN HUÁNUCO**  
**- 2022**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN MEDIO  
AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TESISTA: LLANOS ZEVALLOS MANUEL**

**ASESORA: DRA. VALVERDE RODRIGUEZ AGUSTINA**

**HUÁNUCO PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

A mis queridos padres: Hilario **LLANOS NAUPAY** y **Arcadia ZEVALLOS REMIGIO**, siempre tendré presente tu cuerpo y tu voz, aunque pasa el tiempo y no te encuentre entre nosotros, tu alma sigue conmigo.

Con todo aprecio y cariño a mi esposa **GLADYS** y mis hijos **CARLA VANESSA, MICHEL MANUEL** y **ROOSVELTH JOSE** quienes me dieron su apoyo moral y han hecho brotar en mí el deseo de superación para alcanzar mi meta.

Tuve la suerte de que la vida me regalase a los mejores compañeros de mi vida: mis hermanos **TEÓFILO, FAUSTO, EVARISTO** y **FLORENCIA**, sabios conductores de mis primeros pasos en la vida estudiantil.

### **AGRADECIMIENTO**

- A nuestro divino creador por guiar mi camino en esta etapa de mi vida universitaria y de permitir que llegue a este momento deseado.
- A la Dra. Agustina VALVERDE RODRÍGUEZ, asesora de la presente tesis, por su valioso apoyo durante la conducción del presente trabajo de investigación.
- A los docentes: Drs. Arturo LUCAS CABELLO, Melecio PARAGUA MORALES, Mélida Sara RIVERO LAZO, Pedro David CÓRDOVA TRUJILLO, Marcelino Wilman REYNAGA MARTÍNEZ, Raúl Edgardo NATIVIDAD FERRER, Teófilo Eusebio INDIGOYEN RAMÍREZ Y Ana María MATOS RAMÍREZ, profesores del doctorado Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Escuela de Posgrado de la UNHEVAL, quienes consolidaron mis conocimientos en ciencias medioambientales.
- Al Dr. Amancio Ricardo ROJAS COTRINA, Director de la Escuela de Posgrado de la UNHEVAL, por sus consejos y orientaciones valiosas.
- A mis jurados Drs. Fernando Jeremías GONZALES PARIONA, Pedro David CÓRDOVA TRUJILLO, Rubén Max ROJAS PORTAL y Ewer PORTOCARRERO MERINO, por sus acertadas observaciones y sugerencias.
- A mis familiares y amigos que me apoyaron en forma desinteresada en la cristalización del presente trabajo.

## RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación desarrollado fue: Determinar el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de río Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Río blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras y Churubamba y su influencia en la agricultura. Con los riesgos de las aguas de las riberas de corriente del Río Huallaga y las riberas de toda la corriente del río Huallaga desde el lugar, Pallanchacra hasta puente de Churubamba; los resultados obtenidos de la muestra de los laboratorios fueron en los metales pesados para el tramo de Pallanchacra los datos de Cadmio:0.004 Plomo: 0.09, Cobre:1.8, para los tramos de río Huallaga Puente Taruca: los resultados en los metales fue de Cd (mg/L) 0.002, Pb(mg/L) 0.07 y Cu(mg/L) 2,7, obteniéndose los resultados de pH de los suelos de las riberas de las aguas del río Huallaga de los tramos de Río Pallanchacra pH de 7,80 siendo el estándar en Neutro y para el tramo de Río Huallaga Puente Taruca pH de 7,92, las temperaturas obtenidas de los tramos del Río Pallanchacra con 15,0 °C y para el tramo de Río Churubamba de 20,0 °C. También se pudo consignar el problema de la contaminación de las aguas la desaparición de las especies acuícolas. El problema del incremento de los metales encontrados en la muestra en las aguas del río Huallaga se debió a los problemas al manejo de los relaves mineros desechos a través de las escorrentías de las que llegan a desembocar en el río Huallaga. El otro análisis realizado fue de los suelos de los mismos tramos de las riberas del río Huallaga la muestra fue tomada de los tramos de Suelo Pallanchacra encontrándose los metales de Cd(mg/Kg) fue de 0.07, el otro metal encontrado fue de Pb(mg/Kg) 0,5, y Cu (mg/Kg) de 2,5, en el tramo de los suelos de Churubamba fueron: Cd(mg/Kg) fue de 0.06, el otro metal encontrado fue de Pb(mg/Kg)0.9, y Cu(mg/Kg) de 2.3., estos metales fueron encontrados en los tramos en las aguas del río Huallaga de los diferentes tramos, y los resultados de los suelos de los tramos mencionados en las riberas del río mencionados. Esto ha permitido encontrar problemas sanitarios en la salud de los pobladores quienes consumen las aguas de los ríos, y los que utilizan las aguas como regadío de los campos de producción agrícola y las personas quienes a la fecha vienen consumiendo las aguas de las riberas del río Huallaga, para ello a través de las recomendaciones de los responsables de salud están prohibiendo el uso de forma efectiva.

**Palabras clave:** relaves metales pesados, riberas de aguas, recursos ictiológicos, suelo contaminado.

## ABSTRACT

The objective of the developed research work matched: Determining the level of contamination for metals weighed (Cd, Pb and Cu) of waters and grounds of the river basin Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, target, Huertas, Huancachupa, Higuera and Churubamba and his influence in agriculture. With the risks of the waters of the banks of current of the Rio Huallaga and the banks of all the current of the river Huallaga from the place, Pallanchacra even Churubamba's bridge; The results obtained of the sign of the laboratories were in the metals once Cadmium's data were weighed for Pallanchacra's stretch: Cd: 0,004 Plomo: 0,09, Copper: 1,8, for the stretches of the Huallaga Puente Rancho: It was the results in metals of Cd ( mg/L ) 0,002, Pb ( mg/L ) 0,07 and Cu ( mg/L ) 2.7, obtaining pH's results of the grounds of the banks of the waters of the Huallaga of the stretches of Rio Pallanchacra pH of 7.80 being the standard in neutral and for Rio Huallaga Puente Rancho's stretch pH of 7.92, the temperatures obtained of the stretches of the Rio Pallanchacra with 15, 0 C and the problem of contamination could be entrusted for Rio Churubamba's stretch of 20.0 C. También of waters the disappearance of the sorts acuícolas. The problem of the Huallaga incremented of the metals found in the sign in the river's waters it was due to the problems to the handling of wash them again mining waste matter through the escorrentías that they get to flow into the river of Huallaga. The other realized analysis went from the grounds of the same stretches of the banks of the river Huallaga shows her she was taken of Suelo Pallanchacra's stretches finding Cd's metals ( mg/Kg ) you went from 0,07, the other found metal went from Pb ( mg/Kg ) 0.5, and they were Cu ( mg/Kg ) of 2.5, at the stretch of Churubamba's grounds: The Cd ( mg/Kg ) went from 0,06, the other found metal went from Pb ( mg/Kg ) 0,9, and Cu ( mg/Kg ) of 2,3., These metals were found at the stretches in the waters of the Huallaga of the different stretches, and the results of the grounds of the stretches mentioned at the banks of the I Huallaga mentioned. This has allowed finding sanitary problems in the inhabitants' health that they consume the waters of the rivers, and the ones that utilize the waters like irrigable of the fields of agricultural produce and people that to date they come consuming the waters of the banks of the river Huallaga, for it they are

forbidding the use of effective form through the recommendations of the responsible ones belonging to health.

**Key words:** Wash again, heavy metals, water banks, resources hitiologicos, contaminated ground.

## RESUMO

O objetivo do trabalho de pesquisa desenvolvido correspondia: Determinar o nível de contaminação por metais pesados (Cd, pb e cu) das águas e solos da cuenca do rio Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Target, Huertas, Huancachupa, Higueras e Churubamba e sua influência na agricultura. Com os riscos das águas das margens da corrente do Rio Huallaga e as margens de toda a corrente do rio Huallaga desde o local, Pallanchacra até a ponte de Churubamba; Os resultados obtidos do sinal dos laboratórios foram nos metais uma vez que os dados de Cadmio foram pesados para trecho de Pallanchacra:0,004 Plomo: 0,09, Cobre:1,8, para os trechos de riso Huallaga Puente Rancho: Foram os resultados em metais de Cd ( mg L ) 0,002, Pb ( mg L ) 0,07 e Cu ( mg L ) 2,7, obteniéndose resultados de pH dos solos das margens das águas do riacho Huallaga dos trechos do Rio Pallanchacra pH de 7,80 sendo o padrão em Neutro e para o trecho do Rio Huallaga Puente Rancho pH de 7,92, as temperaturas obtidas dos trechos do Rio Pallanchacra com 15,0 C e o problema de contaminação poderia ser atribuído ao trecho do Rio Churubamba de 20,0 C. También of águas o desaparecimento dos tipos acuícolas. O problema incrementado do Huallaga dos metais encontrados na placa nas águas do rio foi devido aos problemas ao manejo de lavá-los de novo dejetos mineiros através das escoadas que chegam a desembocar no rio de Huallaga. A outra análise realizada foi dos terrenos dos mesmos trechos das margens do rio Huallaga mostra que ela foi levada dos trechos de Suelo Pallanchacra encontrando metais Cd's ( mg/Kg ) você passou de 0,07, o outro metal encontrado foi de Pb ( mg/Kg ) 0,5, e foram Cu ( mg/Kg ) de 2,5, no trecho do terreno de Churubamba: O CD ( mg/Kg ) passou de 0,06, o outro metal encontrado passou de Pb ( mg/Kg ) 0,9, e Cu ( mg/Kg ) de 2,3., Estes metais foram encontrados nos trechos nas águas do rio Huallaga dos diferentes trechos, e os resultados dos solos dos trechos mencionados nas margens do riso mencionado. Isso tem permitido encontrar problemas sanitários na saúde dos habitantes que consomem as águas dos rios, e os que utilizam as águas como irrigáveis dos campos de produção agrícola e pessoas que até hoje vêm consumindo as águas das margens do rio rio Huallaga, para isso estão proibindo o uso de forma efetiva através das recomendações dos responsáveis de saúde.



**Palavras-chave:** Lavagem novamente, metais pesados, margens de água, recursos ictiológicos, solo contaminado.

## INDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
RESUMO .....	ix
INDICE .....	xi
INTRODUCCION .....	xiv
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1.    Fundamentación del Problema .....	2
1.2.    Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.3.    Viabilidad de la Investigación .....	4
1.4.    Formulación de Problema.....	4
1.4.1.    Problema General.....	4
1.4.2.    Problema específico .....	5
1.5.    Formulación de objetivos .....	5
1.5.1.    Objetivo general.....	5
1.5.2.    Objetivos específicos .....	5
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1.    Antecedentes de investigación .....	6
2.2.    Bases teóricas .....	10
2.2.1.    Contaminación .....	10
2.2.2.    Residuos solidos.....	10
2.2.3.    Contaminación por Residuos sólidos de Botadero.....	11
2.2.4.    Características de los Residuos solidos.....	11
2.2.4.1.    Características Físicas.....	11

2.2.4.2.	Características Químicas.....	12
2.2.4.3.	Características Biológicas.....	12
2.2.4.4.	Contaminación del agua por metales pesados .....	13
2.2.4.5.	Metales pesados .....	15
2.2.4.6.	Los estándares de calidad ambiental para agua como referente obligatorio.....	20
2.2.4.7.	Clasificación de cuencas Hidrográficas .....	21
2.2.4.8.	Formas de contaminación de aguas del rio.....	24
2.2.4.9.	Contaminación del rio Huallaga .....	26
2.3.	Bases conceptuales .....	38
2.4.	Bases filosóficas .....	40
2.5.	Bases Epistemológicas .....	40
2.5.1.	Epistemología ambiental de la investigación.....	42
2.6.	Bases antropológicas .....	43
2.6.1.	Teorías de remediación de suelos.....	43
2.6.2.	Teoría de degradación de suelos .....	44
CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS .....		45
3.1.	Formulación de las Hipótesis .....	45
3.1.1.	Hipótesis general.....	45
3.1.2.	Hipótesis específicas .....	45
3.2.	Operacionalización de variables.....	45
3.3.	Definición operacional de las Variables.....	46
CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO.....		48
4.1.	Ámbito.....	48
4.1.1.	Ubicación política del área de estudio .....	48
4.1.2.	Características geográficas del área de estudio.....	48

4.1.3.	Características geográficas del área de estudio .....	49
4.1.4.	Ubicación de los puntos de muestreo de suelo.....	50
4.2.	Tipo y nivel de investigación .....	51
4.3.	Población y muestra .....	52
4.3.1.	Descripción de la población.....	52
4.3.2.	Muestra y método de muestreo .....	52
4.3.3.	Criterios de inclusión y exclusión .....	54
4.4.	Diseño de investigación.....	54
4.5.	Técnicas e instrumentos .....	54
4.5.1.	Técnicas.....	54
4.5.2.	Instrumentos.....	54
4.5.2.1.	Validación de instrumentos para la recolección de datos.....	55
4.5.2.2.	Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos....	56
4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	56
4.7.	Aspectos éticos .....	56
CAPITULO V. RESULTADOS .....		57
5.1.	Análisis descriptivo .....	57
5.2.	Análisis inferencial o constatación de Hipótesis .....	57
5.2.1.	Análisis inferencial.....	57
5.3.	Discusión de Resultados.....	82
5.4.	Aporte científico de la Investigación.....	86
CONCLUSIONES .....		87
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS .....		89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		90
ANEXOS .....		96

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de metales pesados (metales con densidad mayor a 4). .....	29
Tabla 2. Metales pesados en suelos y plantas terrestres (mg/kg).....	33
Tabla 3. Clasificación de cuerpos de agua superficiales .....	37
Tabla 4. Puntos de muestreo de Agua.....	49
Tabla 5. Puntos de muestreo de suelo .....	50
Tabla 6. Puntos de muestreo y localidades del agua y suelo .....	52
Tabla 7. Lugar donde se obtuvieron las muestras de agua.....	52
Tabla 8. Puntos de la Toma de muestras de suelo .....	53
Tabla 9. Resultado de análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente hacienda Salcachupán .....	57
Tabla 10. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Pallanchacra .....	59
Tabla 11. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio San Rafael .....	60
Tabla 12. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga -San Rafael .....	61
Tabla 13. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Blanco .....	63
Tabla 14. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente Rio Blanco .....	64
Tabla 15. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Huertas .....	65
Tabla 16. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Huallaga – Ambo...67	67
Tabla 17. Resultado del Análisis de agua en laboratorio del Rio Huancachupa.....	68
Tabla 18. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - puente Huancachupa .....	69
Tabla 19. Resultado del Análisis de agua en laboratorio del Rio Higueras .....	71
Tabla 20. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Tingo .....	72
Tabla 21. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Churubamba .....	73
Tabla 22. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Taruca.....	75
Tabla 23. Resultado de laboratorio de análisis de suelo Pallanchacra .....	76
Tabla 24. Resultado del análisis en laboratorio de suelo San Rafael.....	77
Tabla 25. Resultado del análisis en laboratorio de suelo de Rio Blanco .....	78

Tabla 26. Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Huancachupa.....	80
Tabla 27. Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Churubamba.....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente hacienda Salcachupán Rio Huallaga puente hacienda Salcachupán.....	58
Figura 2. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Pallanchacra.....	59
Figura 3. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio San Rafael.....	61
Figura 4. Resultado del Análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga – San Rafael .....	62
Figura 5. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Blanco.....	63
Figura 6. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente rio Blanco .....	65
Figura 7. Resultado del análisis del rio Huertas – Ambo.....	66
Figura 8. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga -Ambo.....	67
Figura 9. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huancachupa.....	68
Figura 10. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - puente Huancachupa.....	70
Figura 11. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Higueras.....	71
Figura 12. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga- puente tingo .....	72
Figura 13. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Churubamba.....	74
Figura 14. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Taruca.....	75
Figura 15. Resultado de laboratorio de análisis de suelo de Pallanchacra.....	77
Figura 16. Resultado del análisis en laboratorio de suelo San Rafael .....	78
Figura 17. Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Rio Blanco .....	79
Figura 18. Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Huancachupa .....	80
Figura 19. Resultado de análisis en laboratorio de suelo de Churubamba.....	82

## INTRODUCCION

El rio Huallaga en la actualidad el afluente que desde sus nacientes de los andes de las alturas de Cerro de Pasco viene siendo el rio que recorre el cauce desde su nacimiento y

todo el valle de la ciudad de Huánuco, pero este líquido indispensable para toda la población quienes radican en sus riveras lo vienen utilizando para su riego de la agricultura, siendo uno de sus actividades de cada día de la población quienes viene consumiendo el líquido del río Huallaga, en las aguas del río Huallaga se encontraron la contaminación en las aguas el problema de la contaminación según los análisis conseguidos de los tramos del río Huallaga desde el tramo de Salcachupán al tramo final del puente Churubamba (puente Taruka), el aumento de las actividades económicas, la expansión e intensificación de la agricultura y el aumento de aguas negras sin tratar. El aumento de aguas residuales que se vierten en las aguas superficiales es muy alarmante. La contaminación del río Huallaga permite en incremento de la desigualdad: todo esto permite aumentar los problemas de la población quienes vienen consumiendo las aguas del río Huallaga, la presencia de los metales pesados encontrados en el río Huallaga se debe a la contaminación de los relaves mineros, el mal uso de los desechos inorgánicos, de los materiales biodegradables, el arrojado de los materiales de construcción el arrojado de los materiales del arrastre de rodo la desembocadura del mal hábito de la conexión de los sistemas de desagüe encontramos en todo los márgenes del río Huallaga desde el inicio de la toma de muestra hasta el punto final del lugar de la toma de muestra “Este tipo de contaminantes afecta a los ecosistemas y también indirectamente a la producción de los alimentos. Por ejemplo, es un problema para las granjas de pescado de agua dulce. La contaminación por salinidad entre severa y moderada afecta a uno de cada diez tramos de ríos. Se debe a que se vierte el agua residual de minas y de irrigación. “Esto hace más difícil todavía a los campesinos pobres para regar sus sembradíos”, comprobaron que no solo se embalsaría agua, sino también toneladas de basura doméstica y hospitalaria, así como restos humanos y de animales. Los residuos en el río Huallaga, de igual forma se tomó la muestra de los suelos con presencia de metales pesados en el ámbito de las riberas del río Huallaga de los mismos tramos de donde se toma la muestra del agua también se toma la muestra de los suelos y según las muestra también se encontraron presencia de metales pesados, esto indica que en el entorno de las riberas del río se encuentra sembríos de hortalizas, tubérculos en su mayoría son sembrados bajo riego con las aguas del río Huallaga y el resultado de toda esta producción son de consumo familiar y en otras en la venta en el mercado local y



regional.

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Fundamentación del Problema

En la actualidad a nivel mundial las actividades mineras son consideradas como una de las principales fuentes de deterioro de la calidad de los recursos naturales por los impactos negativos generados al ambiente (Stankovic y Stankovic 2013). El principal problema son los relaves mineros que se extienden sobre grandes áreas, los cuales con frecuencia son abandonados con poco o ningún proceso de remediación y ocasionan la migración de metales pesados a los ambientes cercanos, contribuyendo tanto a la contaminación del suelo como a la destrucción del paisaje (Oyarzun et al. 2011; Jordania et al. 2013; Stankovic y Stankovic 2013).

Los metales pesados guardan una relación directa con los riesgos por contaminación de los suelos, toxicidad en las plantas y los efectos negativos sobre la calidad de los recursos naturales y el ambiente, peligros dependientes de diversos aspectos como son la toxicidad específica del metal, bioacumulación, persistencia y no biodegradable.

Cada vez los estudios certeros de los daños al ambiente debidos a las explotaciones mineras son numerosos y se relacionan con la modificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los recursos naturales, y la afectación a los ecosistemas y cadenas tróficas (Liu et al. 2013). En el suelo el mayor peligro reside en su acumulación por las plantas y la transferencia a los animales incluido el hombre (Liu et al. 2013). En general, la distribución de metales pesados en los suelos es un fenómeno complejo que se ve influenciada por factores como el potencial redox, el pH, el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el nivel de las aguas subterráneas y sus fluctuaciones, entre otros (Lee et al. 2001; Galán y Romero 2008; Jordanova et al. 2013).

En las plantas la fitotoxicidad genera especialmente reducción del crecimiento radicular, de la biomasa y la transpiración, clorosis y necrosis en hojas, así como síntomas de senescencia y abscisión (Vázquez et al. 1989; Barceló y

Poschenrieder 1992).

El presente trabajo nos permitirá investigar el nivel de contaminación por metales pesados de la microcuenca del río Alto Huallaga y los suelos agrícolas en el área de influencia en Huánuco, 2022. Considerando la relación con algunas propiedades químicas de los suelos de uso agrícola ubicados en un sector piloto dentro del área de influencia del vertimiento de la microcuenca del río Alto Huallaga.

En el marco teórico se plasmaron las teorías, conceptos, textos y citas en relación a las variables, se mencionan los antecedentes y las bases teóricas; en el marco metodológico se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos. Con la finalidad de buscar los resultados se justificarán a través de los datos estadísticos, su interpretación y discusión del caso. Las conclusiones guardaran relación con los objetivos y estas a su vez con el problema identificado dentro del área de influencia.

## **1.2. Justificación e Importancia de la Investigación**

La actividad industrial y minera arroja al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. Cuando se abandonan metales tóxicos en el ambiente, contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos.

Los altos niveles de metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en suelos y agua negra, utilizada para riego agrícola, radican principalmente, que pueden ser acumulados en estos sistemas de suma importancia para la agricultura. En las últimas dos décadas, surge un particular interés de establecer lineamientos básicos de gestión y manejo ambiental de los cultivos. Resulta de particular interés, el desarrollo y crecimiento de una agricultura sostenible, que a su vez lleve un estricto control del manejo de plagas, producción de semillas certificadas y sobre todo, conservación del recurso suelo.

Por otro parte las necesidades del desarrollo agrícola han conllevado al uso y aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas, controles fitosanitarios y de enfermedades en cultivos. Todo esto, está relacionado con la necesidad de hacer frente al deterioro ambiental que se viene presentando y reconvertir sus procesos

de producción e integrando a su misión la protección de los recursos naturales. La investigación se enmarca dentro del séptimo objetivo del milenio (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente), del objetivo seis del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (Ciencias del medio ambiente y del hábitat), del segundo objetivo del desarrollo sostenible (Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible) y dentro de la segunda línea de Investigación de la escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (desarrollo sostenible).

El trabajo se justifica en la búsqueda de solución a un problema práctico que afecta a los productores agropecuarios y a la contaminación del agua en los diferentes valles del trópico peruano y tiene relación con las siguientes dimensiones:

En la actualidad la demanda de alimentos orgánicos se está incrementado, pero debido a que estos dentro de su producción cumplen ciertas normas de calidad en cuanto al uso de sustancias nocivas (metales pesados) a la salud del medio ambiente y la del ser humano, las cuales requieren ser tratadas de forma apropiada con calidad de agua para regar que no dañen el ecosistema ni la salud del ser humano, debiendo para esto buscar alternativas que estén orientadas a combatir estos problemas de una manera apropiada cuidando el medio ambiente, debiendo utilizar el agua para riego agrícola con bajo nivel de contaminación de metales pesados apoyando de esta forma la agricultura orgánica con mínimos residuos minerales

### **1.3. Viabilidad de la Investigación**

Es viable, por cuanto el tesista asumirá los gastos presupuestales y se tendrá libre accesibilidad al lugar de los hechos, previa coordinación con las autoridades del sector. Además, ubicado el área de estudio y los puntos de muestreo se tomaron las muestras de agua como de suelos.

### **1.4. Formulación de Problema**

#### **1.4.1. Problema General**

¿Cuál será el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de río Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras y Churubamba?

#### **1.4.2. Problema específico**

¿Cuál será el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en las aguas de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga?

¿Cuál será el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en los suelos de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga?

### **1.5. Formulación de objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de Rio Huallaga, Pallauchacra, San Rafael, Blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras y Churubamba y su influencia en la agricultura

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- ✓ Analizar el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en las aguas de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga y establecer su influencia en la agricultura según los límites permisibles.
- ✓ Analizar el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en los suelos de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga y establecer su influencia en la agricultura según los límites permisibles

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de investigación

#### Antecedentes Internacionales

**Buitrago, U. (2019).** En un trabajo de investigación titulado. Determinación de la vulnerabilidad del riesgo de contaminación de aguas subterráneas por la actividad del cultivo de flora en la zona de la cuenca del río Teusaca entre la calera y la desembocadura al río Bogotá, utilizando la metodología drástico llegaron a la conclusión que el cálculo de los parámetro DRASTIC, la vulnerabilidad intrínseca de la zona de la cuenca del río Teusacá delimitada entre la calera y la desembocadura al río Bogotá corresponde a un grado de vulnerabilidad moderado en la gran mayoría de la superficie, en la zonas correspondientes al norte de la calera y en el sector central del municipio de sopo la vulnerabilidad corresponde a un grado alto. En general, identificaron que la zona presenta gran cantidad de agentes contaminantes debido a la agricultura, ganadería, industrias y usos domésticos.

**Vergara Estupiñán, E. J. (2019).** estudio realizado en Contaminación ambiental, bioacumulación y biomagnificación por metales pesados en un sector del río alto – Chicamocha – Colombia concluye que Chicamocha constituyen las principales fuentes de contaminación por trazas metálicas. En sedimentos evidencian que ninguna de las muestras máximas excede los valores estimados En cuanto a los valores de las plantas el máximo valor registrado para el mercurio fue de 2,14 ppm (media 0,33 ppm) seguido por el Plomo 53,43 ppm (media 5,3 ppm) y seguido del cobre 76,22 ppm (media 7,6). En las muestras de peces analizadas se detectó la presencia de Hg, Pb y Cu, en los tejidos evaluados evidencian que la media de los valores registrados son los siguientes: cobre (2,6 ppm), seguido por el plomo (0,46 ppm), y por último el mercurio (0,0704 ppm), los datos que más varían son del cobre con un valor de 12,87 de varianza.

Las muestras no excedieron el umbral permitido por la normatividad colombiana en el caso del mercurio, y son inferiores a las reportadas por otros estudios, son evidentes los procesos de bioacumulación que a futuro pueden derivar en

problemas ambientales y de salud pública. El mercurio se presentó un factor de biomagnificación significativo en cuanto al flujo trófico de peces a Aves (BMF= 0,561), en cuanto al cobre se da un valor positivo para el flujo de peces a aves (BMF= 0,802) y sedimentos a aves (BMF= 0,743) el nivel trófico de sedimentos a peces muestra un nivel muy cercano a la biomagnificación; y en cuanto al plomo se presentó un flujo importante en el nivel trófico de peces a aves. Los resultados evidencian una proporción lineal entre la concentración de metales en la biota y la concentración de metales en el sedimento, para algunos niveles tróficos en el ecosistema.

Con respecto a la hipótesis del estudio se pudo confirmar la presencia, bioacumulación y biomagnificación de Hg, Cu y Pb en diferentes niveles trófico del medio acuático en un sector del río Chicamocha asociado a la planta termoeléctrica de GENSA, lo que evidencia procesos de contaminación ambiental por metales pesados, confirmando la existencia de riesgo para la salud pública y la calidad ecosistémica del sector.

#### **Antecedente Nacionales**

**Fuentes y Coral (2019)** en Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray – Perú, concluyen. Que los elementos detectados fueron K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb y Ba. Resalta la presencia de Zn, Cr, Cu, Pb, Ni y As como elementos críticos en cada punto de la microcuenca del río Huancaray; las concentraciones son superiores a los límites permisibles; asimismo, los periodos de lluvia y seca no presentan diferencia significativa, mientras que las principales fuentes de contaminación son centros poblados, prácticas de la agricultura, presencia de la minería ilegal y fuente de origen natural.

**Juárez H (2012)** en estudio realizado Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana concluye que la contaminación del suelo por agua contaminada representa un riesgo importante en las hojas vegetales para el As. El Cd disponible del suelo provino principalmente del suelo parental y no de los canales de riego. El Cd se puede bioacumular fácilmente hasta niveles peligrosos en Huacatay. Si bien los niveles de As y Cd son más altos en el

huacatay, se estima que el riesgo para la salud es pequeño porque esta verdura se usa en pequeñas cantidades como condimento. Si se confirma que As y Cd representan algún peligro para la salud, la implementación de pautas generales para evitar la producción de huacatay en áreas contaminadas podría ser una opción práctica. Existen muchas tecnologías para mejorar la calidad de suelos contaminados con metales pesados.

Algunas técnicas como la estabilización química de metales pesados, la supresión del suelo contaminado, la adición de suelo limpio a la superficie y la extracción de metales pesados del suelo mediante plantas bioacumuladoras pueden ser métodos efectivos para reducir la biodisponibilidad de As y Cd para vegetales.

**Flores Briceño, R. (2017)** Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura – provincia Huaura 2017 tuvo como objetivo determinar los efectos adversos de metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn) en plantas de maíz tipo amarillo duro INIA 611NÚTRI PERÚ, regados con agua de cuenca baja del río Huaura. Se prepararon dos sub – parcelas una para experimentación (E) y otra para control (T). Se realizaron dos tratamientos. El control se regó con agua de caño y el experimental con agua de la cuenca baja del río Huaura, se evaluó el grado de absorción y acumulación de metales pesados en las partes orgánicas del maíz durante 5 meses de estudio, se analizó su efecto adverso de cada elemento metálico.

Los resultados, no representaron ningún riesgo para el desarrollo de la especie de estudio, los contenidos de Cd, Pb, Cu, Zn, no superaron el umbral de tolerancia que puedan causar efectos tóxicos. La aplicación del agua de riego de la cuenca baja del río Huaura a un suelo de las características del presente estudio (francamente arenoso), no afecta la calidad de la planta de maíz ni causa problemas en la agricultura a corto plazo.

**Riveros (2014)** Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higueras, Huánuco. En los cultivos hortícolas establecidos en la cuenca baja del valle Higueras, los agricultores desarrollan actividades de riego utilizando las aguas del río Higueras El presente estudio se desarrolló en plantaciones de lechuga (*Lactuca sativa*), apio



(*Apium graveolens* L), repollo (*Brassica oleracea* L) y brócoli (*Brassica oleracea itálica*); en varias áreas de cultivo de la cuenca baja del río Higuera, analizando los niveles de metales pesados como plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) y mercurio (Hg) en agua, suelo y en la parte comestible de las plantas.

Se encontró que las concentraciones de Cd en el agua de riego estuvieron cercanas a los límites establecidos por las normas vigentes nacionales e internacionales, mientras que los niveles en el suelo de las dos plantaciones estuvieron dentro del rango normal. La lechuga y el apio a los 74 días después del trasplante con 0.40 y 0.30 mg/Kg de peso fresco, respectivamente; presentaron contaminación con Cd superando el límite de la norma de la Unión Europea. Se analizan las posibles razones agroecológicas, fisiológicas y de muestreo para este comportamiento. En las cuatro hortalizas estudiadas, la concentración de Pb superó la concentración máxima permisible en alimentos para lactantes y niños de corta edad establecidos por Unión Europea. En general la lechuga acumuló niveles más altos de metales pesados que las otras plantas.

**Herrera Delgado, A. E. (2016).** Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Chiclayo, Perú con el objetivo de esta investigación fue la determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca durante los meses de Setiembre y Diciembre del año 2016 para luego compararlo con los ECAs para agua, se realizó un monitoreo en época de estiaje (Setiembre) y uno en época creciente (Diciembre) en dos puntos de muestreo (Río Porcón y Río Grande) utilizando el Método EPA 200.7 Revisión 4.4 con la técnica de Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo. Obteniendo como resultados que, la concentración de los metales pesados en época de estiaje y época creciente respectivamente fue: Aluminio (0.615 mg/L, 0.086 mg/L); Cd (<LCM, <LCM); Fe (1.021 mg/L, 1.680 mg/L); Pb (0.004 mg/L, <LCM) y Zn (0.06 mg/L, 0.027 mg/L).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Contaminación**

Ingenieros, salubristas, epidemiólogos, climatólogos, toxicólogos, agrónomos y químicos son algunos de los profesionales que pueden enfrentar el desafío de disminuir la contaminación del aire, agua y suelos. La reducción de emisiones al aire y efluentes al agua, o la reducción de elementos contaminantes en ellos, pasa desde soluciones netamente ingenieriles, tales como mejores filtros o tecnologías más limpias, a cambios de prácticas nocivas tales como la deposición de elementos tóxicos en suelos o el uso excesivo de biocidas en cultivos y plantaciones (JAKSIC, FM. 1997)

Es todo cambio indeseable en las características del aire, agua, suelo o los alimentos, afectando nocivamente la salud, la sobre vivencia o las actividades de los humanos u otros organismos vivos. Es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial. (Portal Perú Ambiental 2011).

### **2.2.2. Residuos solidos**

**LEY N° 1278 (2016)** define como cualquier objeto, material, sustancia o elemento producto de un uso del cual el poseedor se deshaga, para ser manejados, realizando la valoración y disposición de los residuos; son residuos que incluyen en estado sólido, líquido o gases contenidos en recipientes que van a ser desechados o que por características fisicoquímicas deben ser tratados antes de ser vertidos al ambiente, en estos casos deben ser acondicionados de forma segura en el proceso final. El mismo LEY N° 1278 (2016), en su artículo 3. Menciona que el estado garantiza la prestación continua, regular, permanente y obligatoria del servicio de limpieza pública.

**López (2014)** menciona que, todo material que haya sido descartado o sea utilizado, se considera inservible y de ser no ser utilizado o reciclado

se transforma en basura perdiendo su valor económico, eliminados por varios procesos según a características del residuo.

### **2.2.3. Contaminación por Residuos sólidos de Botadero**

Es un lugar, área, zona, espacio donde se dispone de manera ilegal e inadecuada los residuos municipales y no municipales, generando focos infecciosos de gran escala para todo el ecosistema, afectando la calidad del suelo, agua, aire e incluso la fauna y flora del lugar, y poniendo en riesgo la salubridad de la zona (OEFA, 2014).

Como definición, un botadero es un lugar donde la disposición final de los residuos sólidos se realiza sin ninguna medida de control para su operación o protección al ambiente (ISWA, 2015), otros autores definen a un botadero como un antónimo a los rellenos sanitarios por la magnitud de los impactos y la falta de supervisión, operación y control (Pérez, 2017).

### **2.2.4. Características de los Residuos solidos**

#### **2.2.4.1. Características Físicas**

Peso: La producción per cápita de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas, Rodríguez, (1996). Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC); este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día). Otra alternativa de estimación es comparar con comunas de situación similar de la cual se disponga información fidedigna (Rodríguez, 1996; CONAM, 2003).

Un informe presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrado en Río de Janeiro en 1992; señala que existe una relación constante entre el ingreso nacional per cápita y la

severidad de la regulación ambiental, revelando que el nivel de contaminación se reduce cuando el ingreso per cápita se eleva; Bustamante, (2004).

#### 2.2.4.2. Características Químicas

**Poder calorífico:** Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo, debiéndose diferenciar entre poder calorífico inferior y superior.

**Ph:** se define como el grado de acidez o alcalinidad que pueda tener un cuerpo en diferente estado de composición.

**Materia Orgánica:** se define como el porcentaje de materiales orgánicos presentes en los residuos sólidos.

**Cenizas:** es el producto de la combustión de los diferentes tipos de residuos sólidos.

**Contenido de N, P, K, C, Ca, etc.;** es el contenido de estos elementos químicos presentes en los residuos sólidos en general.

#### 2.2.4.3. Características Biológicas

**Coliformes totales:** Incluyen coliformes fecales *Escherichia Coli*; ya que por sí mismas los coliformes no constituyen una amenaza para la salud del hombre, su determinación se usa para indicar, si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas. Los Coliformes fecales; son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales y en el suelo por lo tanto la presencia de coliformes en el agua superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales u erosión del suelo por último de una combinación de las tres fuentes; Romero, (1998).

El concepto de microorganismos indicadores se basa en la afirmación hecha por *Sharding* el año de 1892 según el cual las bacterias de las especies que hoy denominamos *Escherichia*

*coli*, son utilizadas como índice de contaminación fecal; Shardingén, (1892).

#### **2.2.4.4. Contaminación del agua por metales pesados**

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 (Ramírez, A. 2016).

Durante muchos años, se han vertido toneladas de sustancias empleadas en agricultura y otros oficios, sin importar el problema que estas conllevan en el ambiente, junto al problema de la contaminación, aparece también el de la escasez, que en los últimos años se está viendo incrementado a causa del cambio climático. La aparición de elementos tóxicos y la variación en las concentraciones de éstos, tiene su origen en el denominado “ciclo del agua”, en este ciclo, interactúan distintas actividades humanas y distintos compartimentos ambientales, y en algún punto se produce la contaminación del agua (Ramírez, A. 2016).

Las principales vías de entrada de contaminantes en el ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales, y las de origen agrícola o ganadero. Esas vías pueden experimentar distintos procesos de depuración o en algunos casos la atenuación natural, que en gran medida afecta a que prevalezcan en el ambiente (Ramírez, A. 2016).

Díaz (2008), alude el concepto de metal pesado a aquellos elementos metálicos de la tabla periódica cuya densidad es mayor a 5000 Kg/m<sup>3</sup> y su número atómico mayor a 20. Los metales pesados se agrupan en 65 elementos con características

físicas, químicas y biológicas heterogéneas.

San Martín (2015), refiere que la contaminación es uno de los problemas ambientales más relevantes que afectan a nuestro mundo y tiene lugar cuando se produce un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, a raíz de las diferentes actividades económicas del hombre (fuentes antropogénicas) y actividades de la vida diaria, desencadenando efectos adversos en el hombre, animales y vegetales; problemática a la que el Perú no es ajeno. Desafortunadamente, los sistemas acuáticos terrestres y marinos son los más amenazados por el aporte de sustancias contaminantes como plaguicidas, fertilizantes, metales pesados, organismos patógenos y otros, a través del incremento de actividades antropogénicas en las áreas adyacentes que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas, incluyendo al ser humano. Afectados por diferentes contaminantes que se relacionan a la presencia de drenes agrícolas, canales de riego, forma de riego, mal manejo de los desechos (envases u contenedores), entre otros (Garrido et al., 1998 citado por García & Rodríguez, 2012).

Los plaguicidas, metales pesados y otras impurezas, son considerados por la Agencia de Protección al Ambiente (EPA, 1992) como contaminantes de acuíferos debido a su alta toxicidad, persistencia y movilidad, además de que afectan a importantes cargas hidráulicas, como lagunas y canales de irrigación; y por sus propiedades fisicoquímicas, son resistentes a la degradación biológica (Hirata, 2002).

El informe de la FAO señala que, en nuestro país se observa la disminución de la calidad del agua. Esto a causa de los vertimientos de la industria, la minería ilegal (pequeña minería) y los pasivos ambientales localizados en las nacientes de las cuencas, así como, por las aguas utilizadas por las

municipalidades y la agricultura. Actualmente, 16 de los 62 ríos costeros están parcialmente contaminados con plomo, manganeso y hierro (principalmente por la minería ilegal) (Lira, J. sf).

Al contrario que muchos contaminantes orgánicos, los metales pesados generalmente no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales debido a que no son biodegradables. Por el contrario, son muy contaminantes y sigue

Un ciclo global eco-biológico, donde las aguas naturales son el principal camino. Hoy en día los metales pesados tienen un gran significado como indicadores de la calidad ecológica de todo flujo de agua debido a su toxicidad y muy especialmente al comportamiento bioacumulativo (Zakaria 2014)

Asimismo, los metales pesados tienen tendencia a formar compuestas con sustancias minerales (carbonatos, sulfatos, etc.) y con sustancias orgánicas, mediante fenómenos de intercambio iónico, adsorción, quelación, por lo que se acumulan en el medio ambiente, principalmente en los sedimentos de ríos, lagos y mares. (Zakaria, 2014, pág. 8)

#### **2.2.4.5. Metales pesados**

Los metales pesados son elementos químicos con una gravedad específica de al menos 5 veces mayor que la de agua. La gravedad específica del agua es de 1 a 4 g/cm<sup>3</sup>.

La gravedad específica es una medida de la densidad de una cantidad dada de una sustancia sólida cuando se compara con una cantidad igual de agua. Algunos metales tóxicos conocidos con una gravedad específica 5 o más veces mayor que la de agua son del cadmio (8,65), hierro (7,9), plomo (11,34), y el mercurio (13,546) (Lide,1992). Excesivas concentraciones de metales en los cuerpos de agua son una de las principales preocupaciones en el tema ambiental. Esto es principalmente

debido a su uso generalizado, los posibles efectos tóxicos en la biota acuática y su largo tiempo de permanencia en el medio ambiente, ya que no pueden ser degradados como subproductos inocuos. Ciertos metales son esenciales para los organismos en pequeñas cantidades.

Cadmio (Cd) Elemento descubierto por Stromeyer en 1817 y descritos sus primeros efectos de intoxicación y envenenamiento por Sovet en 1858. Es un metal ampliamente representado en los ambientes terrestres y acuáticos, pero en concentraciones relativamente muy bajas. El cadmio, metal blanco plateado flexible y maleable. Puede cortarse fácilmente con el cuchillo. No se encuentra natural. Es insoluble en bases, se disuelve en ácido nítrico diluido y es poco soluble en los ácidos sulfúricos y clorhídricos (Gonzalo, 2010). Sus efectos nocivos se producen bajo dos formas de intoxicación, las agudas, con irritación de tracto digestivo, cefaleas escalofríos, parálisis y depresión cardiovascular, una vez pasado al torrente sanguíneo; y las crónicas, que producen lesiones óseas características. En el medio acuático se encuentra como ion libre  $Cd^{2+}$  en aguas dulces, como compuestos clorados  $CdCl^+$  y  $CdClO$  en las salobres y marinas, en concentración normales en torno a  $0.1 \mu g/L$  (Gonzalo, 2010).

Se encuentra en partes específicas del mundo, el cadmio se produce como un subproducto de la extracción del zinc, su uso principalmente se da en la fabricación de 33 soldaduras, aleaciones, revestimientos metálicos, minerales plásticos. La presencia del cadmio en el agua dependerá de la fuente donde proviene y la acidez del agua, es probable que en algunas aguas superficiales que contengan un poco más de microgramos de cadmio por litro, se hallan contaminado por descargas de desechos industriales o por lixiviación de áreas de relleno, también se da por suelos a los cuales se le han agregado lodos



cloacales (Gonzalo, 2010).

El cadmio puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades que pueden entrañar serios riesgos para la salud humana. Su similitud con el Zinc, le permite reemplazarlo, ser absorbido por la planta en su lugar y desempeñar sus funciones. Por su alta toxicidad ocasiona serios trastornos en la actividad enzimática de la planta. Se le atribuye un marcado efecto en la reducción del crecimiento, la extensibilidad de la pared celular, el contenido de clorofila. Todos los efectos negativos varían de una especie a otra. Con relación al efecto del As se presume que la alta afinidad de este elemento con los grupos tilo (-SH) determina serios trastornos en los procesos enzimáticos y en algunos de los procesos metabólicos de las plantas (Paredes, 2013).

Concentración establecida por otros países de la región o guías internacionales La guía canadiense de la calidad del agua (2001), establece para aguas de riego una concentración para el cadmio de 0.01 mg/l. La FAO (2013), establece una concentración máxima de 0.01 mg/l para el cadmio, en aguas destinadas al riego. 34 el D.S N°004-2017-MINAM, establece como valor límite de concentración de 0.01 mg/l, para el cadmio en aguas destinadas de riego de vegetales de consumo crudo y 0.05 mg/l para bebida de animales, correspondiente a la clase **Plomo (Pb)** el plomo en medio acuático a pH 7.9. se encuentra como ion libre divalente y como carbonato disuelto. En condiciones normales el plomo no reacciona con el agua pero si se pone en contacto con el aire húmedo, la reactividad con el agua aumenta, formándose una capa de óxido de plomo (PbO), en presencia de oxígeno y agua, el plomo metálico se convierte en hidróxido de plomo (Forstner 1993). Sus fuentes naturales son la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emisiones volcánicas. La

galena es la principal fuente de producción de plomo y se encuentra generalmente asociada con diversos minerales Zinc y pequeñas cantidades con el cobre, cadmio, fierro, etc. Sin embargo, el plomo también se encuentra presente en los desagües domésticos, que al desgastar en los cursos naturales de agua o en las aguas marinas, modifica sustancialmente la reproducción de invertebrados marinos y cambios neurológicos y de la sangre en los peces. Todos estos factores llevan impacto en el equilibrio del ecosistema en el largo plazo por la presencia contaminante de Plomo (FORSTNER 1993).

Cuando el plomo se libera al ambiente tiene un largo tiempo de residencia en comparación con la mayoría de los contaminantes. Como resultado tiende a acumularse en tierra y sedimentos. Ahí debido a su baja solubilidad, puede permanecer accesible a la cadena alimentaria y al metabolismo humano por mucho tiempo. En estudios recientes sobre el uso de las aguas residuales han indicado que el 85% de los oligoelementos 35 (cadmio, cromo, plomo, zinc, etc.). Aplicados se acumulan en el suelo y que la mayoría de ellos se acumulan en los primeros centímetros. Además, la absorción de estos elementos por las plantas es tan pequeña, que no se puede esperar que reduzca apreciablemente su acumulación en los suelos, en un tiempo razonable (Capacoila, 2018).

Concentración establecida por otros países de la región o guías internacionales La FAO (2013), establece una concentración de 5 mg/l de Plomo para aguas destinadas al riego. El D.S N°004-2017-MINAM, establece para el plomo un valor de concentración de 0.05 mg/l para aguas destinadas al riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, correspondiente a la clase III. 2.1.7 Mercurio (Hg) En el medio ambiente acuático, el mercurio elemental probablemente quedará unido al sedimento y luego será transportado por las

corrientes fluviales. Una parte del mercurio permanece disuelto en la columna de agua y afecta las cadenas tróficas. Los microorganismos presentes allí de manera natural pueden transformar el Hg en metilmercurio un compuesto órgano metálico que es más tóxico a dosis bajas que el mercurio en estado puro (Weinberg, 2010). En el sistema TDPS, se registraron concentraciones superiores a las normales, para consumo humano de Hg y As. En individuos de pejerrey capturados en la bahía de Puno se encontraron concentraciones de 0.4 ppm de Hg (Geo Titicaca, 2011).

El mercurio es uno de los mejores ejemplos de la multiplicación de efectos tóxicos de los metales dependiendo de la forma química en que se encuentre. Las principales 36 formas en las que se presenta una importante toxicidad son en estado elemental y como compuestos órganos mercuriales, de los que cabe destacar el metil mercurio. Los niños son más susceptibles al mercurio que los adultos, en ellos puede producir daños en el sistema nervioso y digestivo y lesiones en el riñón. En mujeres embarazadas puede pasar de la madre al feto, donde puede acumularse y producir daño cerebral, retardo mental, ceguera, incapacidad para hablar, etc. También puede transmitirse al niño a través de la leche materna (Capacoila, 2018)

### **Riesgos**

Los compuestos de mercurio que se fabrican para fines agrícolas pasan al ambiente cuando se aplican en forma de fungicidas sobre semillas, raíces, bulbos e incluso sobre la planta misma. El mercurio en los ecosistemas acuáticos y en presencia de oxígeno el mercurio se ioniza y se reduce para dar mercurio metálico. Desde el punto de vista toxicológico, las formas de mercurio de mayor interés son el mercurio (Carbonatos, sulfatos, etc.) y con sustancias orgánicas,

mediante fenómenos de intercambio iónico, adsorción, quelación, por lo que se acumulan en el medio ambiente, principalmente en los sedimentos de ríos, lagos y mares. (Zakaria, 2014, pág. 8) elemental y los compuestos alquimercuriales de cadena corta, estos son más tóxicos que otros derivados del mercurio, se absorben fácilmente, traspasan el tracto gastrointestinal y la placenta, dañan irreversiblemente el sistema nervioso central y una vez que han entrado al organismo, se detoxifican muy lentamente (Weinberg, 2010). Concentración establecida por otros países de la región o guías internacionales La Guía Canadiense de la Calidad del Agua (2001), establece una concentración de 0,003 mg/l de mercurio para aguas destinadas a la bebida de animales. La FAO (2003), establece una concentración de 0.01 mg/l de mercurio para aguas destinadas a la bebida del ganado.

#### **2.2.4.6. Los estándares de calidad ambiental para agua como referente obligatorio.**

Según el MINAM (2017), los parámetros de los ECA para agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

- a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.
- b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.
- c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos, químicos o biológicos

presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

- d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.
- e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir. La aplicación de los ECAs para agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente (MINAM, 2017) de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante

#### **2.2.3.6. Cuenca Hidrográfica**

Superficie rodeada por montañas donde se capta o recoge el agua de lluvia, estas alimentan el agua de los ríos, quebradas y otros cuerpos de agua cercana. Una cuenca hidrográfica cubre un área específica de la superficie de la tierra, en la que fluye el agua hacia un mismo punto. Esta mantiene el equilibrio entre los organismos y el ambiente y provee de los recursos necesarios para que se lleve a cabo el ciclo de agua, por el cual se genera la lluvia (Siles & Soares, 2003 citado por Andrade & Ponce 2016).

#### **2.2.4.7. Clasificación de cuencas Hidrográficas**

Las cuencas hidrográficas se pueden dividir en parte alta, media, y baja, esto generalmente se realiza en función a características de relieve, altura y aspectos climático (Faustino

& Jiménez, 2002 citado por Andrade & Ponce, 2016). Según Ordoñez, J. (2011), los componentes de la cuenca hidrográfica son los siguientes:

- Sub cuencas: Conjunto pero permanente.
- Microcuencas: Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Sub cuenca; es decir, que una Sub cuenca está dividida en varias microcuencas
- Quebradas: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca.

#### **Partes de una cuenca**

- **Cuenca alta:** Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas.
- **Cuenca media:** Donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido.
- **Cuenca baja o zonas transicionales:** Donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales

#### **Zonificación de cuenca**

- **Zona de Cabecera:** Es la zona donde nacen las corrientes hidrológicas, por ende, se localizan en las partes más altas de la cuenca. Generalmente la rodean y por su función principalmente de captación de agua- presentan la mayor fragilidad hidrológica.
- **Zona de Captación – Transporte:** Es la porción de la cuenca que en principio se encarga de captar la mayor parte del agua que entra al sistema, así como de transportar el agua proveniente de la zona de cabecera. Esta zona puede

considerarse como de mezcla ya que en ella confluyen masas de agua con diferentes características físico-químicas.

- **Zona de Emisión:** Se caracteriza por ser la zona que emite hacia una corriente más caudalosa, el agua proveniente de las otras dos zonas funcionales.

### **Divisoria de aguas**

- La divisoria de aguas o divortium aquarum es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. También se denomina “parteaguas”.

### **Río principal.**

El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud. Tanto el concepto de río principal como el nacimiento del río son arbitrarios, como también lo es la distinción entre el río principal y afluente. Sin embargo, la mayoría de cuencas de drenaje presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

**Tipos de cuencas:** Según Ordoñez, J. (2011) existen los siguientes tipos de cuenca

- **Por su tamaño geográfico:** Las cuencas hidrográficas pueden ser: Grandes, medianas o pequeñas. El concepto de pequeña cuencas o microcuenca, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico.

- **Por su ecosistema:** Según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural así tenemos: Cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas frías, cuencas húmedas.
- **Por su objetivo:** Por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse: Hidro energéticas, para agua poblacional, agua para riego, agua para navegación, ganaderas y de uso múltiple.
- **Por su relieve:** Considerando el relieve y accidentes del terreno, las cuencas pueden denominarse: Cuencas planas, cuencas de alta montaña, cuencas accidentadas o quebradas.
- **Por la dirección de la evacuación de las aguas:** Exorreicas o abiertas, endorreicas o cerradas y Arreicos.

#### **2.2.4.8. Formas de contaminación de aguas del río**

Los contaminantes tienen un impacto significativo en los problemas de calidad del agua, sin embargo, normalmente son de difícil definición y cuantificación, por ese motivo muchas veces los programas de control no las tienen en consideración adecuadamente (Barrios, C.; Torres, R.; Lampoglia, T. & Agüero R. 2009).

Según Kiely; (1999), citado por Deza, (2002); el agua nunca es pura, excepto posiblemente en su estado de vapor; el agua siempre contiene impurezas, que son constituyentes de origen natural, por ejemplo, la presencia de las impurezas químicas de los iones calcio y magnesio ( $Ca^{2+}$  y  $Mg^{2+}$ ) en las aguas subterráneas.

Se sabe que siempre el hombre ha botado sus desechos en las aguas; y que en condiciones normales los ríos pueden auto depurarse; pero a medida que la humanidad fue progresando, esto se está haciendo cada vez más difícil; y la naturaleza no



puede auto depurarse debido a que muchas veces los sistemas se encuentran saturados de desechos de todo tipo.

La contaminación termal; otro peligro debido a las grandes usinas eléctricas, que emplean agua como refrigerante, esto hace que las aguas de los ríos eleven su temperatura, provocando cambios en los procesos biológicos y, por lo tanto, se destruye la vida existente en ellos; VAN DE MOORTELE, (1997).

### **Formas de contaminación del agua**

Son las descargas en puntos definidos, como las descargas de emisores de desagües, industrias, etc. Los desagües domésticos presentan una gran cantidad de contaminantes que pueden provocar daños al ambiente, por ese motivo deben ser tratados antes de su disposición final (Barrios, C.; Torres, R.; Lampoglia, T. & Agüero R. 2009).

### **Formas no puntuales**

La contaminación no puntual está asociada a las aguas de lluvia, deshielo, percolación, etc. La contaminación difusa es la que está asociada a fuentes no puntuales. A medida que la lluvia cae, acarrea contaminantes naturales o producidos por el hombre (Barrios, C.; Torres, R.; Lampoglia, T. & Agüero R. 2009).

### **Los contaminantes son:**

- Exceso de fertilizantes, herbicidas e insecticidas, provenientes de usos agrícolas o domésticos
- Aceites, grasas y contaminantes tóxicos transportados por el arrastre de agua de lluvia en zonas urbanas
- Sedimentos provenientes de construcciones, zonas agrícolas o erosión

### **Formas puntuales.**

- Drenaje ácido de minas abandonadas

- Materia orgánica y microorganismos provenientes de zonas de ganadería
- Arrastre de basura; Contaminantes en la atmósfera (material en partículas y otros compuestos); entre otros (Barrios, C.; Torres, R.; Lampoglia, T. & Agüero R. 2009).

La contaminación termal; otro peligro debido a las grandes usinas eléctricas, que emplean agua como refrigerante, esto hace que las aguas de los ríos eleven su temperatura, provocando cambios en los procesos biológicos y, por lo tanto, se destruye la vida existente en ellos; Van De Moortele, (1997).

#### **2.2.4.9. Contaminación del río Huallaga**

El agua del río Huallaga se ven afectadas seriamente por la contaminación antropogénica en sus diferentes formas es por eso que con la actualización de nuevas normas ambientales (ECA agua 2017) para el control de la calidad del agua se realizó el monitoreo y análisis de calidad de agua de la ruta Paríamarca, Salcachupán, en las conclusiones y recomendaciones se dan las pautas para enfocar el problema.

Como resultado de esta investigación, solo es posible mejorar la calidad de agua si se somete a un tratamiento de bajar el contenido de plomo y cadmio, cobre y manganeso y esto se consigue flocculando y sedimentando estos elementos metálicos, así como el resto de materia orgánica.

En lo que respecta al material orgánico como los coliformes de tratamiento adecuado es insuflar aire en la planta de tratamiento para eliminar los microorganismos anaeróbicos y luego una buena desinfección con cloro para eliminar los microorganismos termorresistentes como los coliformes fecales. Sin embargo, estas aguas pueden ser empleadas para riego y para los animales porque tienen valores menores a 1000 NMP/ml que recomienda el ECA del agua.

En conclusión, se puede afirmar que la caracterización de las aguas del río Huallaga a determinado por excedencia de algunos parámetros del ECA de agua, se requiere un tratamiento por ser considerado un recurso importante para el ser humano. El río Huallaga, por ser un sistema lótico abierto, se encuentra a ser muy sensible a la contaminación por la presencia de sólidos suspendidos totales y metales, como plomo, zinc y cobre.

La presencia de estos sólidos se debe a la disolución de rocas por la erosión de los suelos, originados por las lluvias y los metales se encuentran adheridos a ellos, ambas son transportadas por el agua. De igual manera la contaminación también se debe a la presencia de Coliformes totales y fecales debido al tipo de sistema mencionado ya que se puede observar presencia de ganado cuyas heces llegan a las aguas de este río por escorrentías en tiempos lluviosos o por tener que beber estos animales depositando sus desechos en el espejo acuífero. Por otro lado, la contaminación microbiológica también se debe a las descargas de tubos de desagüe que provienen de las casas de los habitantes de zonas aledañas.

### **Metales pesados**

Según Adriano 1986 (Citado por Rosas, 2001) el contenido de elementos metálicos en un suelo, depende de la composición de la roca madre originaria y de los procesos erosivos sufridos por los materiales que la conforman. Los metales pesados también pueden tener origen antropogénico e industrial, debido a que la mayoría de industrias utilizan metales pesados en sus procesos productivos, mediante el uso de insumos químicos que en su composición tienen diversos metales pesados.

Según Rosas (2001) existen tres vías principales de entrada de los metales pesados en el medio acuático, vías atmosféricas (sedimentación de partículas emitidas a la atmósfera), vía

terrestre (escorrentía superficial de terrenos contaminados y causas naturales), vía directa (vertidos de aguas residuales industriales y urbanos). las diferentes actividades antropológicas, de forma directa o alterada química o biológicamente. Estas sustancias se encuentran sujetas de forma natural a ciclos biogeoquímicos, que determinan su presencia y concentración en el ambiente: suelos, aguas, aire y seres vivos (Poggio et al., 2009 citado por Peña Fernández, A. 2011).

Hay que tener en cuenta que la especie química concreta del metal influye en la toxicocinética y en sus efectos tóxicos en el ser vivo (Kabata & Pendías, 2001; Wong et al., 2006 citado por Peña Fernández, A. 2011).

Se habla mucho de los metales pesados, sin indicarse, sin embargo, qué son, y específicamente, el cómo y por qué son peligrosos. Se denomina metales pesados a aquellos elementos químicos que poseen un peso atómico comprendido entre 63,55 (Cu) y 200,59 (Hg), y que presentan un peso específico superior a 4g/cm<sup>3</sup> (Oyarzun, R. & Higuera, P. 2007).

Los metales pesados pueden ser tóxicos, como cualquier otro elemento o compuesto. Una sustancia tóxica es aquella que tiene un efecto adverso sobre la salud. Muchos elementos o compuestos químicos pueden ser clasificados como tóxicos, si bien unos lo serán más que otros. Así, se define como nivel de toxicidad de una sustancia como la cantidad que causa el correspondiente efecto adverso. La relación entre la cantidad y el efecto o respuesta de un elemento es distinta si se trata de elemento esencial o no (tóxico) (Oyarzun, R. & Higuera, P. 2007).

Tabla 1. Lista de metales pesados (metales con densidad mayor a 4).

Elemento	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Arsénico	5.72
Cromo	7.19
Níquel	8.9
Cobalto	8.9
Cobre	8.65
Cadmio	8.65
Plomo	11.35
Mercurio	13.55

**Fuente:** Los elementos. (sf).

Los metales se definen en base a sus propiedades físicas en el estado sólido como son: Alta reflectividad, alta conductividad eléctrica, alta conductividad térmica, propiedades mecánicas como fuerza y ductilidad. Desde el punto de vista de la toxicidad, se basa en sus propiedades cuando están en solución: “metal es un elemento que bajo condiciones biológicas puede reaccionar perdiendo uno o más electrones para formar un catión” (Cornelis et al., 2007 citado por Andrade & Ponce, 2016).

#### **Concentración de metales pesados en la calidad del agua**

Las concentraciones de metales pesados en las aguas están relacionados a las distintas características físico químicas de las aguas (Singh, et al., 2003).

La concentración de metales pesados en el agua es descrita en el orden decreciente de Pb > Cu > Cd en todos los sitios de muestreo (Ebrahimipour & Mushrifah, Mushrifah, 2007). Los niveles tóxicos de metales pesados en aguas y sedimentos pueden ocasionar una grave amenaza para las especies acuáticas, así como seres humanos (Singh, et al., 2003).

### **Toxicidad metales pesados**

Actividades naturales y antrópicas generan contaminación en el medio ambiente, afectando la calidad de los recursos naturales. En el caso de la contaminación del recurso hídrico son diversas actividades económicas las que generan diversos contaminantes que alteran los parámetros normales de la calidad del agua. Para Rosas (2001) el grado de toxicidad potencial y la biodisponibilidad que un metal pesado puede presentar en un ambiente, depende de una serie de factores bióticos y abióticos, los que hacen que el metal pesado sea más o menos tóxico en ese ambiente.

**Eróstegui (2009)**, define a los metales pesados como sustancias propias de la naturaleza de peso molecular alto; los cuales tienen efectos negativos en la salud y en el medio ambiente cuando se encuentran en concentraciones altas. Para el autor, cada metal pesado tiene un mecanismo de acción y un lugar de acumulación tanto en la salud como en el ambiente. En la salud; el metal plomo afecta al sistema nervioso llegando a dañar las neuronas del cerebro; y el metal cadmio, afecta al riñón que con el tiempo puede llegar a causar insuficiencia renal. Y en el ambiente; el efecto por las altas concentraciones de metales pesados es silencioso, no se ve, y cuando nos damos cuenta del daño que produce, ya es demasiado tarde. El plomo, en cantidades excesivas puede producir algunas alteraciones en las plantas, también pueden degradar el suelo disminuyendo su productividad, e incluso pueden llegar a producir desertificación.

Son muchos los metales que se pueden encontrar en un cuerpo de agua superficial, pero los que provienen de actividades antrópicas son metales como Cadmio, Plomo, Zinc, Cobre, los cuales tienen un grado de toxicidad diferente. Por ejemplo, Ríos (2008), determina que, en las aguas superficiales, el

Cadmio se presenta como ion libre y su solubilidad influye en la dureza, el pH, los complejos solubles y los sulfuros coloidales de éstas; en este medio se une a la materia particulada. Así también, Alvites 2008 (Citado por Castro, 2011) expresa que la toxicidad del Cadmio se incrementa en presencia de concentraciones mayores de 100 mg/dm<sup>3</sup> de Cu o Zn, el factor de bioacumulación es de 10 en músculos de peces, 130 en bivalvos y 600 en camarones.

Para la OMS 1989 (Citado por Causillas, 1995), los compuestos de plomo en los peces les originan la formación de una película coagulante y les provoca alteraciones hematológicas. Así también, la toxicidad de aguas contaminadas con Pb para los peces varía considerablemente dependiendo de la disponibilidad y la ingestión del ión de Pb. Existen factores que afectan la disponibilidad del Pb, como son la dureza del agua, pH, salinidad y materia orgánica.

Para Eco fluidos Ingenieros S.A. (2012), el Zinc es un oligoelemento esencial que se encuentra en casi todos los alimentos y en el agua potable en forma de sales o complejos orgánicos. Las concentraciones de zinc en aguas superficiales y subterráneas no suelen sobrepasar la concentración de 0.01 y 0.05 mg/L respectivamente, en el agua de grifo puede haber concentraciones mayores como consecuencia de la disolución del zinc de las tuberías. Y para el Departamento de Salud y Servicios Humanos (2005), la cantidad de Zinc disuelta en el agua puede aumentar a medida que la acidez del agua aumenta. Según DIGESA (2004) el Aluminio es un metal considerado tóxico debido a que éste puede acumularse en las plantas y causar problemas de salud de animales que consumen esas plantas. Elevadas concentraciones de Aluminio no sólo causan efectos sobre los peces, sino también sobre los pájaros y otros animales que consumen peces contaminados e insectos, y sobre

animales que respiran el Aluminio a través del aire. Altas concentraciones de Aluminio se pueden encontrar en lagos ácidos, aguas superficiales y subterráneas, y suelos ácidos. Hay fuertes indicadores de que el Aluminio puede dañar las raíces de los árboles cuando éstas están localizadas en las aguas subterráneas.

Según DIGESA (2004) el Hierro es un metal que, si se presenta con una concentración demasiado alta en el agua, puede causar daño a los peces e incluso la muerte. El hierro se puede presentar en diferentes estados,  $Fe^{2+}$  (Hierro Ferroso) y  $Fe^{3+}$  (Hierro Férrico). Cuando el  $Fe^{2+}$ , entra en contacto con el aire, se oxida a  $Fe^{3+}$ . En peces, esta reacción puede generar obstrucción branquial por acumulación de hidróxido de hierro, causando efectos subletales o mortalidad. El tiempo que demore en presentarse esta adherencia de hierro, va a depender del pH del agua y su temperatura.

#### **Agricultura familiar.**

Para la Comunidad Andina (2011), la agricultura familiar tiene como fuerza prioritaria el trabajo familiar, con un acceso limitado a la tierra y capital financiero, y un uso múltiple de estrategias de supervivencia y generación de ingresos. La FAO (2014) tienen una opinión similar, ya que para ellos la agricultura familiar en América Latina y el Caribe representa el 80% de las explotaciones, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo agrícola y rural.

Para Echarri (2007), los metales pesados presentes en las aguas superficiales provienen de diferentes actividades económicas, siendo una de ellas, la agricultura, ya que en esta se utiliza gran cantidad de productos químicos como fungicidas, pesticidas, fertilizantes, los cuales en su composición contienen metales pesados, que son liberados al ambiente en su utilización.



Tiempo atrás Chang et al. 1992 (Citado por Peris, 2006) concluyeron que, en los suelos agrícolas, la entrada de metales se produce, por fertilizantes, plaguicidas, estiércol, los cuales pueden llegar a los seres humanos desde el suelo bien por ingestión directa o a través de la ingestión de plantas y/o animales, y aguas superficiales.

### **Metales pesados en suelos agrícolas**

El término de metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y/o peso sea venenoso o toxico en concentraciones incluso muy bajas (Lucho et al., 2005).

García y Dorronsoro (2005), hacen referencia que los metales pesados son los que tienen densidad igual o superior a 5 g.cm<sup>-3</sup> siendo de mayor peso que los minerales formadores de roca en su forma elemental. Además, su número atómico es superior a 20, excluyendo los metales alcalinos y alcalino-térreos. La presencia de estos elementos en la corteza terrestre es inferior al 0.1% y casi siempre menor de 0.01%

Tabla 2. Metales pesados en suelos y plantas terrestres (mg/kg)

<b>Elementos</b>	<b>Suelos</b>	<b>Plantas Terrestres</b>
Cadmio (Cd)	0.35	0.1-2.4
Cobalto (Co)	8	<1.0
Cobre (Cu)	30	
Cromo (Cr)	70	0.03-10
Hierro (Fe)	4	70-700
Mercurio (Hg)	0.08	<0.02
Manganeso (Mn)	1000.0	20/700
Niquel (Ni)	50.00	

Plomo (Pb)	35.00	
Selenio (Se)	0.4.00	0.03
Zinc (Zn)	90.00	20-400
<b>Arsénico (As)</b>	<b>6.00</b>	<b>0.2-7</b>

---

### **Efectos de los metales pesados en agricultura**

Navarro (2007) sobre aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y bioacumulación de metales pesados en plantas, explica que la causa primaria del elevado nivel de toxicidad a nivel químico es que los metales pesados poseen una gran capacidad para unirse con moléculas orgánicas. En efecto, estos tóxicos en sistemas biológicos dependen de reacciones con ligandos que son esenciales para su asimilación, y estos ligandos están a su vez, presentes en gran abundancia en la célula, ya sea formando parte de moléculas de mayores dimensiones, ya sea como moléculas aisladas. En este sentido, cabe destacar la gran afinidad que muestran los metales pesados como principales ligandos, por grupos sulfhidrilo, radicales aminos, fosfatos, carboxilo e hidroxilo. El resultado de estas uniones ligando-metal puede ser muy perjudicial para célula, destacando en este aspecto sobre otros fenómenos.

El desplazamiento de elementos esenciales de su metabolismo estándar y produciendo efectos de deficiencia y la catálisis de reacciones de generación de moléculas ROS (Reactive Oxygen Species) o radicales libres que provocan fenómenos de estrés oxidativo. El estrés oxidativo es un fenómeno que merece ser estudiado aisladamente, dada su complejidad e importancia en el desarrollo de los mecanismos básicos de la célula. Como resumen de dicho fenómeno baste decir que provoca daño de distintos niveles, destacando los siguientes aspectos:

- ✓ Inactivación de proteína y enzimas, fundamentalmente por la oxidación de los grupos sulfhídrico, dando lugar a puentes disulfuro que causan la interrupción de funcionamiento normal de la proteína o enzimas.
- ✓ Peroxidación lipídica de membranas, causando rupturas y subproductos de las cadenas hidrocarbonadas
- ✓ Efectos de daño sobre ADN, estos pueden ser desperfectos genotóxicos, mutaciones, aberraciones cromosómicas, alteraciones en las síntesis y reparación de ácidos nucleicos y transformaciones celulares (Hernández Terrones, 2016).

### **Absorción y traslocación de metales pesados en las plantas**

Las plantas han desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, trasloar y acumular nutrientes, sin embargo, algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, traslocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos requeridos (LASAT, 2000).

La absorción de metales pesados por las plantas es generalmente el primer paso en la cadena alimentaria. La absorción y posterior acumulación dependen de (1) el movimiento de los metales desde la solución suelo a la raíz de la planta, (2) el paso de los metales por las membranas corticales de la raíz, (3) el transporte de los metales desde las células corticales al xilema desde donde la solución con metales se transporta de la raíz a los tallos, y (4) la posible movilización de los metales desde las hojas hacia los tejidos de almacenamiento usados como alimento (semillas, tubérculos y frutos) por el floema.

Después de la absorción por los vegetales los metales están

disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria. Otro mecanismo de ingreso de sustancias potencialmente tóxicas a las plantas, como los metales pesados, es mediante la absorción foliar. La disponibilidad a través de las hojas de algunos elementos traza provenientes de fuentes aéreas puede tener un impacto significativo en la contaminación de las plantas y también es de particular importancia en la aplicación de fertilizantes foliares. La absorción foliar es mediada por una fase de penetración cuticular y un mecanismo de carácter metabólico que considera la acumulación de los elementos contra un gradiente de concentración (Kabata-Pendías, 2000).

Los metales pesados acumulados en los tejidos vegetales de las plantas que son capaces de absorberlos y acumularlos por sobre lo establecido a lo normal para otras especies en los mismos suelos se llaman hiperacumuladoras y se encuentran principalmente en suelos que son ricos en metales por condiciones geoquímicas naturales o contaminación antropogénica. Las plantas hiperacumuladoras generalmente tienen muy poca biomasa debido a que ellas utilizan más energía en los mecanismos necesarios para adaptarse a las altas concentraciones de metal en sus tejidos (Kabata- Pendías, 2000).

#### **Marco normativo.**

##### **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA**

La Autoridad Nacional del Agua (2010) emite la Resolución Jefatural N° 202- 2010-ANA, con fecha 22 de marzo del 2010, en donde aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, presentando la lista de clasificación en el Anexo N° 1 de la resolución. En base a esta resolución, ubicamos al Río Porcón y Río Grande en la **Categoría 1-A2**, y la clase a la que pertenecen es la **Clase 2;**

ambos ríos pertenecientes a la Cuenca Crisnejas. Según como se muestra en la siguiente

Tabla 3. **Clasificación de cuerpos de agua superficiales**

ID cuerpo a que De agua en recurso	Cuerpo de de agua	Categoría	Clase	Código de cuenca	cuenca pertenece el
49898-1* Crisnejas	Rio grande En Mashcon	Categoría	Clase	49998	
		1-A2	2		
49898 - 4*	Rio Porcon	Categoría	Clase	49898	Crisnejas
		1-A2	2		

Fuente: Anexo N° 1 de la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA

### **Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos superficiales**

Este Protocolo fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016- ANA, con fecha 11 de enero del 2016, por la Autoridad Nacional del Agua. El objetivo de este documento según la Autoridad Nacional del Agua (2016) es el de estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino-costeros.

En el capítulo 6 del protocolo se describe la metodología a utilizar para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales; en donde se considera la logística mínima necesaria, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo.

### **Estándares nacionales de Calidad Ambiental para Agua**

El MINAM (2017), aprueba el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para

Agua, con la finalidad de compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015- MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Por lo que, en base a la clasificación establecida en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, ambos ríos son de Categoría 1-A2, y según lo estipulado en el D.S. N° 004-2017-MINAM en su **Tabla N° 1: Parámetros y valores consolidados**, esta **Categoría 1-A**, es para Aguas destinadas a la producción de agua potable, y la clasificación según su uso es **A2**, la cual corresponde a Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. Es decir, son aguas destinadas al abastecimiento de consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más procesos: coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes. Ver en Anexo N° 03, Tabla de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

### **2.3. Bases conceptuales**

#### **Contaminación**

“Se denomina contaminación ambiental, a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población” (Aguilar, 2006).

### **Contaminación del agua**

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua, a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales (Bermúdez, M. 2010).

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado, de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural.

### **Cuenca hidrográfica**

Se entiende por cuenca hidrográfica, a aquel volumen limitado en su área por una divisoria de aguas y en su dimensión vertical por la biósfera y litósfera inmediatamente adyacentes, porción en la cual operan sistemas muy dinámicos tanto naturales como socioeconómicos (López & Hernández, 1973).

Esta unidad territorial constituye un sistema ambiental integrado por factores naturales, socioculturales y económicos, dinámicos e interrelacionados entre sí, los cuales operan dentro y fuera de la cuenca (Hernández, 1987).

Es un área físico – geográfica debidamente delimitada en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural, mediante uno o varios cauces de caudal continuos, que confluyen a la vez en un cauce mayor que desemboca en un río principal, en un depósito natural de aguas, un embalse o directamente al mar (Sosa, P. 1993).

### **Metales pesados**

Son generalmente considerados aquellos cuyas densidades es mayor a 5 g/cm<sup>3</sup> en su forma elemental, o Número atómico > 20 excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos Un grupo numeroso de elementos cumplen esta regla, pero la lista mostrada tiene relevancia en el contexto ambiental Su presencia en la corteza terrestre es inferior al 0,1% y casi siempre menor del 0,01%.

### **Agricultura Urbana**

Aunque existen muchas definiciones sobre área urbana en la literatura, el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento<sup>1</sup> considera área urbana

al territorio ocupado por un centro poblado urbano, es decir, por un conjunto de viviendas agrupadas con relativa continuidad, alojando cuando menos a 2000 habitantes. El área urbana puede estar constituida por los asentamientos o urbanizaciones existentes, relativamente consolidadas o en proceso de consolidación, incluyendo las islas rústicas o espacios vacantes.

Se estima que aproximadamente 800 millones de personas se dedican a la agricultura urbana (AU) en todo el mundo (Smith et al., 1996). Se estima que casi 25 de cada 65 millones de personas que viven en zonas urbanas de Eritrea, Etiopía, Kenya, Tanzania, Uganda y Zambia obtienen sus alimentos de la AU y que para el año 2020, al menos 35 a 40 millones de los residentes urbanos dependerán de la AU para alimentarse (Denninger et al., 1998).

#### **2.4. Bases filosóficas**

La filosofía del ambiente como rama de la filosofía, estudia los fundamentos filosóficos que explican la concepción que sobre el ambiente se tiene, la aplicación de las teorías y la normatividad ambiental, que sirvió como reflexión filosófica al tema de estudio.

Entonces la filosofía de la investigación sobre la contaminación biológica y el impacto en la calidad de vida se enmarca en la corriente filosófica positivista, que tiene su origen en las ciencias sociales con Augusto Comte (1798 – 1857) y Emile Durkheim (1858 – 1917) que proponen que el estudio de los fenómenos sociales requiere ser científico; es decir, susceptible a la aplicación del mismo método científico que se utilizaba con considerable éxito en las ciencias naturales por cuanto los hechos o fenómenos serán medidos y observado en determinado contexto, asimismo, la investigación se encuentra en las ciencias fácticas naturales. Las grandes cuestiones de la filosofía del medio ambiente y desarrollo sostenible y del tema de investigación en particular son, la epistemología, la ontología y la axiología ambiental.

#### **2.5. Bases Epistemológicas**

- a) A partir de 1970 aparece una corriente que difiere de la Revolución Verde (que origina lo que llamamos la paradoja de la abundancia, o el hambre dentro de la abundancia, sin embargo, el aumento de producción no ha



acabado con el hambre en el mundo.) y que es secundada por un gran número de investigadores y científicos de todo el mundo. Se trata de la *Agroecología* que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agro ecosistemas que sean productivos y conservadores de los recursos naturales, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables. El agro ecosistema es sano y productivo cuando prevalece una condición de equilibrio y buen crecimiento, y cuando las plantas

- b)* de los cultivos son capaces de tolerar el stress y la adversidad.
- c)* La agroecología tiene sus raíces en las Ciencias agrícolas, así tenemos:
- d)* Para un mejor estudio del agro ecosistema se tomarán en cuenta los factores fisiológicos y agronómicos que influían en la distribución y adaptación de especies específicas de cultivos, para comprender la compleja relación existente entre una planta de cultivo y su medio ambiente. Más adelante, expandió su definición e incluyó en ella factores históricos, tecnológicos y socioeconómicos que determinaban qué cultivos podían producirse en una región dada y en qué cantidad.
- e)* El movimiento ambiental de los años 1960 - 1970 realizó una gran contribución intelectual a la agroecología, con una actitud crítica de la agronomía orientada hacia la producción, e hicieron crecer *la sensibilidad* hacia un gran número de asuntos relacionados con los recursos. El santo y seña era autosuficiencia y sostenibilidad.
- f)* La ecología es el marco conceptual y epistemológico de la agroecología porque a partir de la ecología los investigadores comienzan a analizar los sistemas campesinos y nativos en equipos multidisciplinarias y desde una perspectiva holística ponen especial hincapié en las dinámicas ecológicas de los sistemas agrícolas tradicionales.
- g)* Se sustenta también en el desarrollo sostenible que consiste en satisfacer las necesidades presentes de todo el colectivo humano, sin poner en peligro las perspectivas de generaciones futuras, al mismo tiempo se conservan los recursos y la diversidad de la naturaleza. Las bases sobre las que se asienta son de índole ecológica, sociocultural y económica.

### 2.5.1. Epistemología ambiental de la investigación

**Conocimiento teórico científico del ambiente.** Este conocimiento es la descripción y explicación a través de las teorías del ambiente como ciencia fáctica natural, social.

**Conocimiento del ambiente por aplicación operativa o práctica.** Este conocimiento tiene como función llevar a cabo la aplicación de los principios, teorías y las normas legales. Este tipo de conocimiento corresponde exclusivamente a los operadores que laboran en las instituciones relacionadas con el medio ambiente.

**Conocimiento del ambiente y desarrollo sostenible por vivencia ordinaria.** Este conocimiento se deriva de la percepción que tienen los miembros de la sociedad sobre el medio ambiente, como un orden que se les impone y en el que están inmersos. Este conocimiento básico ordinario, es percibido como una parte fundamental de la vida humana.

Respecto al problema de investigación propuesto corresponde indagar sobre los siguientes tipos de conocimiento:

- El conocimiento científico sobre medio ambiente y desarrollo sostenible, vale decir, la descripción y explicación de la contaminación y el impacto en la calidad de vida y la agricultura.
- La aplicación de la normatividad para evitar la contaminación por parte de los responsables de las instituciones relacionadas con el recurso hídrico de la cuenca del río Huallaga para propiciar el impacto positivo en el medio ambiente.
- El conocimiento que tienen la población y su posición frente a la contaminación del Huallaga y su impacto que ocasionan en la calidad de vida de la población de del valle de Huánuco.

#### **Axiología ambiental**

La axiología ambiental aborda el problema de los principios éticos de justicia, autonomía y benevolencia, en vista que la investigación involucra seres humanos que proporcionan información para el posterior tratamiento

del problema ambiental, es decir, aplicar los valores y principios éticos ya que traicionar la confianza de los participantes sería una violación de los principios de la ética y la moral.

#### **Axiología ambiental de la investigación.**

Respecto al problema de investigación, corresponderá aplicar los principios éticos respecto al derecho de los participantes a estar informado del propósito de la investigación, solicitar permiso, observar y cumplir con las reglas de los propietarios de las casas y de respetar la decisión de aceptar o rechazar cuando se solicite su opinión en la encuesta, garantizando su confidencialidad y su anonimato, no revelando su identidad ni identificar quienes proporcionarán información, asimismo se solicitó a los participantes proporcionen su consentimiento explícito de su colaboración, sin criterios de exclusión arbitraria con el fin de obtener informar sin presiones para posteriormente efectuar una crítica fundada y objetiva de los resultados y de ser el caso, proponer cambios sustanciales.

## **2.6. Bases antropológicas**

### **2.6.1. Teorías de remediación de suelos.**

Arévalo et al. (2016) indicaron que la remediación de suelos contaminados está relacionada al uso de métodos para eliminar, inmovilizar o extraer contaminantes. Rehabilitar el sistema suelo es depurar los contaminantes. La degradación de compuestos dañinos se acelera mediante la actividad de algunos microorganismos. Para Clemente et al. (2006) la remediación se basa principalmente en las interacciones entre las plantas, el suelo y los microorganismos por acción de distintos métodos que existen. El suelo es una compleja estructura que sirve de soporte para el desarrollo de las plantas y los microorganismos que se alimentan de los compuestos orgánicos o inorgánicos que lo componen. Cuando alguno de estos compuestos se encuentra en exceso con respecto al estado inicial del suelo, éste se describe como suelo contaminado (esto también se aplica al agua y al aire).

Los compuestos en exceso pueden ser utilizados como fuente de energía

por las plantas y los microorganismos han co-evolucionado para adoptar una estrategia de aprovechamiento recíproca, para soportar la fitotoxicidad, de la que los microorganismos los exudados de la raíz también la planta se beneficia de la capacidad de degradación de los microorganismos rizosfericos para reducir el estrés debido a la fitotoxicidad. En última instancia, la planta es el agente esencial de la exportación de un contaminante fuera de su entorno.

#### **2.6.2. Teoría de degradación de suelos**

Obaji (2017) degradación del recurso suelo es la desnaturalización del sistema natural del suelo por intervenciones naturales o antrópicas. La erosión natural, de causas geológicas y climáticas es un proceso lento, sin embargo, la erosión antrópica es acelerada. Desde el punto de vista social, tanto la sequía como la degradación del suelo favorecen la pobreza al romper estructuras sociales y familiares, y provocar inestabilidad económica.

## CAPÍTULO III. SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de las Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general

Existe la presencia de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en concentraciones significativas en las aguas y suelos de la cuenca del Río Alto Huallaga y se encuentran por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA).

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

Los metales pesados (Cd, Pb y Cu) se encuentran presentes en concentraciones por encima de los estándares de calidad ambiental en las aguas de los Ríos de las cuencas del Río Alto Huallaga

Los metales pesados (Cd, Pb y Cu) se encuentran presentes en concentraciones por encima de los estándares de calidad ambiental en los suelos de las microcuencas del Río Alto Huallaga

### 3.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores
Variable Dependiente	<b>Contenido de Cadmio</b>	Cd: de 0 a valores	
Nivel de contaminación de aguas y suelos	Metales pesados por Encima de los ECAS en Área de estudio	ECA en mg/L y mg/kg Pb: de 0 a valores de ECplomo en mg/L y mg/kg Cu: de 0 a valores de ECA cobre En Mg/L y Mg/kg	
Variable Independiente 1: Contaminación de agua	contenido de metales Pesados en aguas en el Área de estudio	Cd: de 0 valores ECA Cadmio en mg/L Pb: de 0 valores ECA Plomo en mg/L Cu: de 0 valores de ECA Cobre En mg/L	
Variable Independiente 2: Contaminación de suelo	contenido de metales Pesados en suelos en el área de estudio	Cd: de 0 valores ECA Cadmio en mg/kg Pb: de 0 valores ECA Plomo en mg/kg Cu: de 0 valores de ECA Cobre en mg/kg	

### **3.3. Definición operacional de las Variables**

#### **Variable Dependiente**

##### **Nivel de Contaminación por metales pesados**

Algunos metales tóxicos conocidos con una gravedad específica 5 o más veces mayores que la de agua son del cadmio (8,65), hierro (7,9), plomo (11,34), y el mercurio (13,546) (Lide, 1992). Excesivas concentraciones de metales en los cuerpos de agua son una de las principales preocupaciones en el tema ambiental. Esto es principalmente debido a su uso generalizado, los posibles efectos tóxicos en la biota acuática y su largo tiempo de permanencia en el medio ambiente, ya que no pueden ser degradados como subproductos inocuos. Ciertos metales son esenciales para los organismos en pequeñas cantidades como el cobre, zinc, cobalto y molibdeno, pero la exposición a altas concentraciones puede tener efectos tóxicos a la salud. Otros metales como el plomo, mercurio, cadmio, níquel y arsénico que no tienen ninguna función metabólica también pueden tener efectos tóxicos en los organismos cuando están bajo exposición a altas concentraciones (A Wang, 2015).

#### **Variable Independiente.**

##### **Contaminación por metales pesados en Aguas**

Los **metales pesados** como **plomo**, cadmio, cromo, zinc, **mercurio** entre otros, son liberados hacia ecosistemas acuáticos, así como a los suelos principalmente debido a diversas actividades antropogénicas y por la disolución de sales que componen estos metales, los que se encuentran en la superficie de la tierra y presenta una seria amenaza para las plantas, animales e incluso los humanos. Entre las principales fuentes de contaminación se encuentran la minería, la metalúrgica, la agricultura, los vehículos automotores y el aporte natural en ciertos acuíferos.

##### **Contaminación por metales pesados en suelos**

La presencia en los suelos de concentraciones nocivas de algunos elementos químicos y compuestos (metales pesados). Por su origen puede ser geogénico o

antropogénico. Los primeros pueden proceder de la propia roca madre en la que se formó el suelo, de la actividad volcánica o del lixiviado de mineralizaciones. Por el contrario, los antropogénicos se producen por los residuos peligrosos (hazardous wastes) derivados de actividades industriales, agrícolas, mineras, etc. y de los residuos sólidos urbanos.

## CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Ámbito

#### 4.1.1. Ubicación política del área de estudio

La toma de muestras se realizó en los afluentes de la microcuenca alto Huallaga desde la cabecera de la cuenca hasta la desembocadura del río principal, en 7 fuentes de agua (ríos) superficiales y las evaluaciones para la determinación de metales pesados fueron analizados en el laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional del Centro del Perú de la facultad de Ingeniería Química.

#### 4.1.2. Características geográficas del área de estudio

El río Huallaga nace en las alturas de Cerro de Pasco, por la confluencia de tres ríos Tielacayán, Pariamarca y Pucurhuay. Los principales tributarios del río Huallaga son: el río Tingo, Condorragra, Chaupihuananga, Coquín y Quío en la zona de Ambo; los ríos Huancachupa, Higuera, Garbanza, Chinobamba y Acomayo, provenientes de las alturas de Huánuco, en su margen derecha recibe caudales de las quebradas, Chicuy, Pumarini, olijmayo y Yana mayu provenientes de las lagunas situadas al SE de la ciudad de Huánuco.

La cuenca integral de río Alto Huallaga, desde sus nacientes a la altura de Cerro de Pasco hasta la ciudad de Huánuco (Puente Taruca), tiene una extensión aproximada de 4,789.4 Km<sup>2</sup>.

La subcuenca del Alto Huallaga, hasta el pueblo de Ambo, tiene una extensión de 1,582.3 km<sup>2</sup>, con una longitud de cauce de 83 km. Se puede distinguir cuatro subcuencas secundarias: río Tingo, río Tielacayán, río Pucurhuay y río Blanco. La línea de cumbres de la subcuenca bordea los 4,800 m.s.n.m. y desciende a 3,200 m.s.n.m. en su extremo inferior. El fondo del cauce está entre 200 y 1,200 m, por debajo de la línea de cumbres. La pendiente promedio del cauce es de 2.8 por ciento que baja de los 4,400 a 2,850 m.s.n.m.

La Actividad minero-metalúrgica en la cuenca alta del río Huallaga se sitúa principalmente en las provincias de Pasco y Ambo, siendo los



distritos de Chuquimarca, Yanacancha, Tinyahuarco, Huariaca, Pallanchacra, Ambo y San Rafael los de mayor concentración de labores. Los centros mineros más destacados.

El agua se caracteriza por elevadas concentraciones de sólidos en suspensión, un pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino, calcio como el principal catión, bicarbonato como el principal anión y por lo menos trazas de muchos elementos químicos metálicos y no metálicos.

La cuenca del río Huallaga se caracteriza por una habilidad para “amortiguar” los efectos de la generación ácida. La capacidad de amortiguación puede atribuirse a la disolución de carbonatos de la roca receptora. La acidez potencial se basa en las concentraciones de sulfato y es la acidez que se mediría si la neutralización no hubiera ocurrido. La acidez actual es la suma colocada de las acideces “libre” y “metálica” en el punto de muestreo. En todos los casos, la acidez actual es substancialmente menor que la acidez potencial en cada una de las localidades de muestreo seleccionadas en el río Huallaga y sus tributarios.

#### 4.1.3. Características geográficas del área de estudio

##### Ubicación de los Puntos de muestreo de agua

Tabla 4. Puntos de muestreo de Agua

**FECHA DE MUESREO:** 21 de Febrero 2023

Punto de muestreo.	Rio	Altitud	Coordenadas	Distancia de la	Hora
		Msnm	UTM	Desembocadura (m)	
01	Pallanchacra	2,811	367571,8851,309	190 rio arriba	10:00 am
	Huallaga	2,806	37693,8851,226	100 rio arriba	10:00 am
02	San Rafael	2,722	370363,8857,097	200 rio arriba	11:00 am
	Huallaga	2,718	370518,8856,719	50 rio arriba	11:30 am

03	Blanco	2,467	373,126,8868,694	80 rio arriba	12:30 am
	Huallaga	2,448	373,173,8868,881	150 rio abajo	12:45 am
04	Huertas	2,080	367,702,8880,200	150 rio abajo	2:30 pm
	Huallaga	2,082	368,159,8880,179	80 rio abajo	3:00 pm
05	Huancachupa	1,965	363,608,8897,154	200 rio abajo	3:30 pm
	Huallaga	1,953	363,874,8897,334	100 rio abajo	3:45 pm
06	Higueras	1,935	362,997,8900,895	60 rio arriba	5:40 pm
	Huallaga	1,920	363,022,8900,962	70 rio arriba	5:00 pm
07	Churubamba	1,862	370,572,8909,772	500 rio arriba	9:30 am
	Huallaga	1,857	369,826,8909,786	80 rio abajo	10:30 am

#### 4.1.4. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo

Los puntos de muestreo de suelos se han tomado cerca de los puntos de muestreo del agua, eligiendo en terrenos productivos

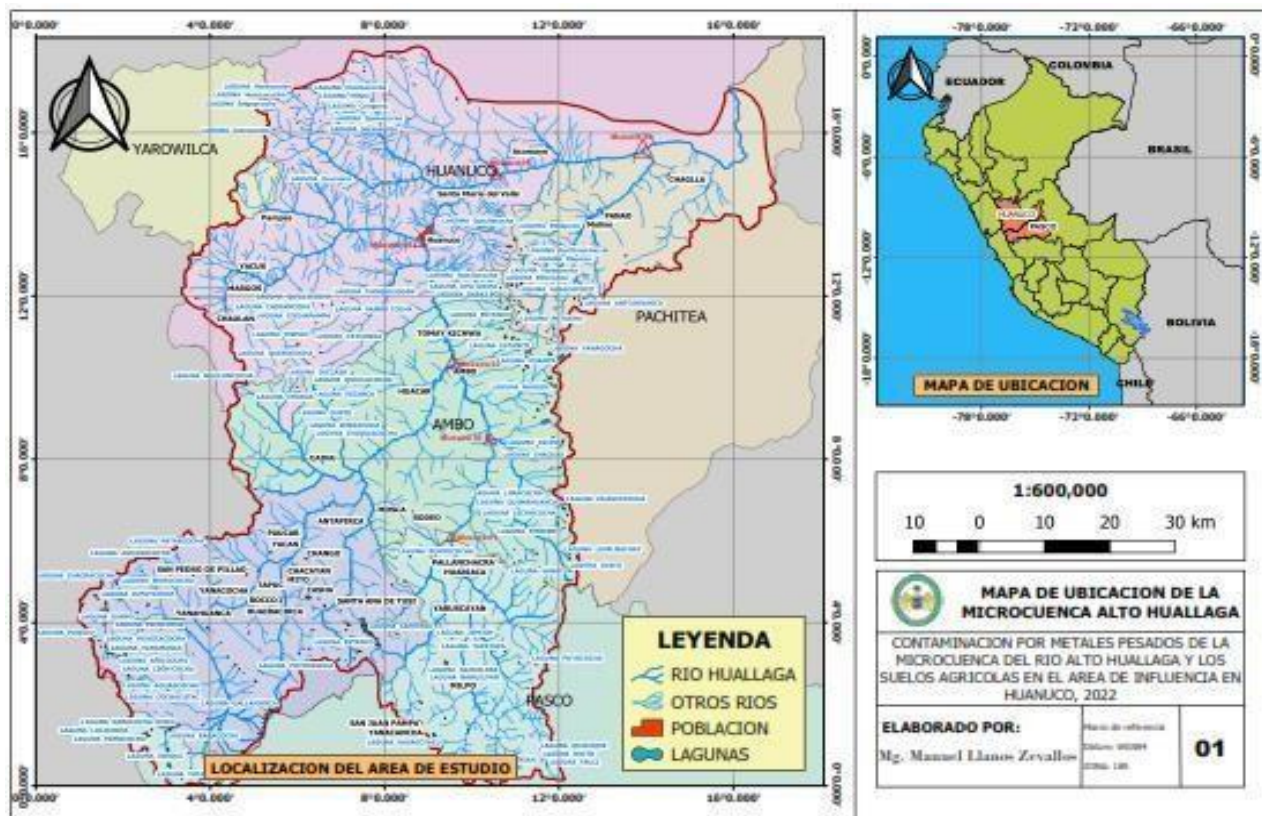
Tabla 5. Puntos de muestreo de suelo

**FECHA DE MUESREO:** 21 de Febrero 2023

Punto de muestreo	Rio	Altitud	Coordenadas UTM	Distancia de la desembocadura en (m) h	Hora de
01	PALLANCHACRA	2,811	2,011 367,571,8851,309	170 rio arriba	10:45 am
02	SAN RAFAEL	2,722	2,728 370,432,8857,097	190 rio arriba	12:00 Pm
03	BLANCO	2,467	2,462 373,137,8868,655	60 rio arriba	1:25 Am
04	HUERTAS				No hubo muestra
05	HUANCACHUPA	1,965	1,949 363,853,8897,368	160 rio arriba	4:15 Pm
06	HIGUERAS				No hubo muestra
07	CHURUBAMBA	1,862	1,862 369,791,8090,983	400 rio arriba	9:30 Am:

22/02/23

Mapa satelital de los lugares de la toma de muestra



#### 4.2. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, porque se utilizó los conocimientos preestablecidos de los metales pesados como contaminantes del agua para la descripción de los metales existentes en la cuenca del río alto Huallaga y los suelos agrícolas del área de influencia.

La investigación sirvió para que las instituciones encargadas al medio ambiente tomen todo el interés por la conservación de la biodiversidad del lugar; asimismo por la descontaminación de la cuenca. fueron útil también como base para las futuras investigaciones en el tema y en otros en las que requiera estudios medioambientales.

Nivel de investigación, descriptiva porque se describió los tipos de metales pesados contaminantes existentes en la cuenca del río alto Huallaga y en suelos agrícolas.

Primeramente, se caracterizó los parámetros físicos-químico en el río tomando muestras, luego se realizó la caracterización de metales pesado. Los análisis de las

muestras de agua superficial fueron procesados en un laboratorio especializado de suelos y aguas, que acredite los métodos de análisis, límites de detección e incertidumbre y la calidad del servicio, el cual fueron entregados los materiales para el muestreo, preservantes y reporte de los resultados oportunamente.

### 4.3. Población y muestra

#### 4.3.1. Descripción de la población.

Estuvo Conformado la población en estudio, todos los ríos que desembocan a la Cuenca del río Alto Huallaga y los lugares de los terrenos ubicados a orillas del río, de los lugares indicados.

Tabla 6. **Puntos de muestreo y localidades del agua y suelo**

PUNTO DE MUESTREO (kg)	Localidad	Río	Caudal (l/s)	Calicata.
1. Salcachupán	Salcachupán	Pallanchacra	200,0	5
2. San Rafael	San Rafael	San Rafael	90,0	5
3. Río Blanco	Río Blanco	Blanco	300,0	5
4. Huertas	Huertas	Huertas	60,0	--
5. Pte. Huancachupa.	Huancachupa	Huancachupa	100,0	5
6. Higueras	Higueras	Higueras	140,0	---
7. Pte. Taruca	Churubamba	Churubamba	150,0	5

#### 4.3.2. Muestra y método de muestreo

Se tomaron muestras de cada punto para agua, teniendo en cuenta el caudal de cada río, el volumen de muestra extraída fue de 5 %, del caudal que representan muestras recogidas, de estas muestras se prepararon para el laboratorio 2 litros, como se observa en la tabla que a continuación se presenta

Tabla 7. **Lugar donde se obtuvieron las muestras de agua.**

<i>Punto de Muestreo</i>	<i>Rio</i>	<i>Caudal (l/s)</i>	<i>Muestra Recogidas (l)</i>	<i>Muestras para Laboratorio(l)</i>
1	Pallanchacra	200,0	10,0	2
2	San Rafael	90,0	4,5	2
3	Blanco	300,0	15,0	2
4	Huertas	60,0	3,0	2
5	Huancachupa	100,0	5,0	2
6	Higueras	140,0	7,0	2
7	Churubamba	150,0	7,5	2
Total, tamaño de muestras			52,0	14

Tabla 8. Puntos de la Toma de muestras de suelo

<i>Puntos de Muestreos</i>	<i>Rio</i>	<i>Calicatas dimensionales en cm</i>	<i>muestras recogidas en (kg)</i>	<i>Muestras para laboratorio (kg)</i>
1	Pallanchacra	Ancho 30 Largo 30 Profundidad 50	10	1
2	San Rafael	Ancho 30 Largo 30 Profundidad 50	10	1
3	Blanco	Ancho 30 Largo 30 Profundidad 50	10	1
4	Huertas	----	----	----
5	Huancachupa	Ancho 30 Largo 30 Profundidad 50	10	1
6	Higueras	----	----	----
7	Churubamba	Ancho 30 Largo 30 Profundidad 50	10	1
Total tamaño de muestras			50	5

Se seleccionaron 7 estaciones de muestreo georreferenciadas por GPS. La selección de dichas estaciones de monitoreo se realizó buscando garantizar la representatividad y la accesibilidad.

### **Toma de muestras del agua superficial.**

Las muestras se han extraído superficialmente de los cauces del río. Se tomaron muestras de aguas superficiales de 2 litros en recipientes de

plásticos estériles.

La metodología aplicada en el laboratorio fue la espectrometría por absorción atómica, el método EPA 2007. Determinación de metales y traza de elementos en agua y residuos por acoplamiento inductivo plasma – método de espectrometría de absorción atómica.

#### **4.3.3. Criterios de inclusión y exclusión**

Se incluyeron en el muestreo los afluentes con mayor aportación de agua (5 puntos) y los provenientes de las estaciones mineras, que fueron excluidas los riachuelos pequeños y los provenientes de las lagunas.

#### **4.4. Diseño de investigación**

Diseño descriptivo, por conveniencia, con la selección de puntos de muestreo tomando como criterio las características del efluente de la actividad productiva, extractiva o de servicios. El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad. Se empleará la Estadística Descriptiva.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos**

##### **4.5.1. Técnicas**

###### **Técnicas bibliográficas**

Técnica del fichaje Análisis del contenido

Se registró la recopilación bibliográfica y formular el marco teórico organizándolo sistemáticamente

###### **Técnicas de campo**

La técnica de campo para la recolección de información fueron el recojo de muestras de suelo y agua.

###### **Técnicas de laboratorio**

Se analizaron las muestras para la determinación de los contaminantes pesados

##### **4.5.2. Instrumentos**

Se utilizaron las Fichas de Registro o Localización (Bibliográficas y

Hemerográficas) y las Fichas de Documentación e Investigación (textuales o de transcripción, de resumen y de comentario). La libreta de campo, para registrar las informaciones en el campo de acuerdo a las observaciones

#### **Materiales para el muestreo**

- Un recipiente de plástico.
- Una jarra de 1 litro.
- Un multiparámetro
- Un peachímetro.
- Guante de jebe.
- Botas de jebe.
- Libreta de apuntes.
- GPS. – Marcadores
- Cinta masking.

#### **Materiales y equipos de gabinete**

- Papel Bond 75g formato A-4
- Folder manila - Lapiceros - Impresora EPSON - Tinta para impresora 54 - CDs - Computadora portátil (con los programas necesarios) - Software Microsoft office (Excel, Word, Power Point) - Software Google Earth - Software Map Source b. Servicios. - Servicio de fotocopia. - Servicio de impresión y escaneo

#### **Maquinarias y transporte**

- Vehículo motorizado (camioneta), para la movilización a los puntos de muestreo.
- Transporte, con las muestras de aguas superficiales de la cuenca del alto Huallaga a los laboratorios de ensayo y control de calidad.

#### **4.5.2.1. Validación de instrumentos para la recolección de datos.**

No fueron necesarios, puesto que se trabajó con los criterios de evaluación de la calidad del agua en los valores de los parámetros físicos, químicos de la categoría 3 de los Estándares de Calidad Ambiental para agua, establecidos en el D.S. N° 004-2017-

MINAM.

#### **4.5.2.2. Confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos**

Los datos fueron confiables, debido a que las muestras eran analizadas en un laboratorio especializado.

#### **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

Los datos fueron procesados en tablas y figuras tomando en cuenta los resultados del análisis, según los resultados emitidos por el laboratorio se realizó descripción respectiva de cada metal pesado encontrado (Cadmio, Plomo, y cobre) en las aguas

#### **4.7. Aspectos éticos**

No se trabajó con seres vivos por lo que no es necesario justificar en este apartado

##### **Datos a registrar**

El grado de contaminación de las concentraciones de los metales pesados.

Los resultados emitidos por el laboratorio, indicaron la existencia o no existencia de las concentraciones altas de los metales pesados.

Determinaron el punto más crítico y vulnerable a la contaminación.

Para conocer el punto de muestreo más crítico, se utilizó los parámetros de la conductividad eléctrica y luego armar un cuadro con los respectivos estándares de calidad ambiental y suelos tales como mínimo y máximo.



## CAPITULO V. RESULTADOS

### 5.1. Análisis descriptivo

Con objeto de mejorarlos y disminuir los niveles de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de río Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Blanco, Huertas, Huancachupa, higueras y Churubamba y su influencia en la agricultura, en el ámbito de la región Huánuco, las corrientes de los Ríos Pallanchacra, San Rafael, blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras, Churubamba, mejorando el área de desarrollo sostenible y asegurando la alimentación humana de todo el ámbito del afluentes de los ríos mencionados, las medidas tomadas ante la contaminación de las aguas de los suelos se tiene leyes y normas de protección de conservación de los recursos naturales del agua y suelo, Con esta iniciativa, reiteran sus compromisos con los acuerdos locales regionales, nacionales e internacionales contraídos en virtud del Convenio de Basilea, el Convenio de Estocolmo y del rio, el Código Internacional de Conducta para el cuidado de las aguas y los suelos. El Gobierno Peruano a través del ministerio del medio ambiente ha promulgado una serie de leyes relativas al manejo, cuidado y conservación de las aguas y de los suelos para garantizar su consumo del agua y uso de los suelos, donde se establecieron las medidas de precauciones en los sectores ministeriales agricultura, salud y medio ambiental.

### 5.2. Análisis inferencial o constatación de Hipótesis

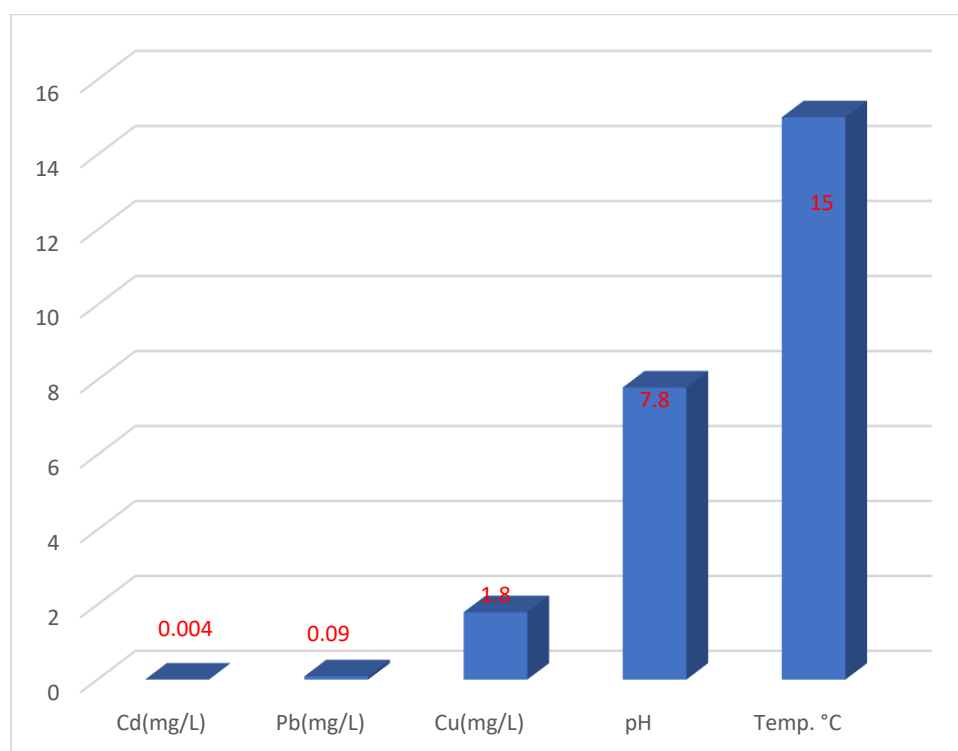
#### 5.2.1. Análisis inferencial

**Tabla 9. Resultado de análisis de agua en laboratorio del río Huallaga puente hacienda Salcachupán**

Variable o Parámetro	Peso de Importancia
Cd(mg/l)	<b>0.004</b>
Pb(mg/l)	<b>0.09</b>
Cu(mg/l)	<b>1.8</b>
pH	<b>7.8</b>
Temp. °C	<b>15</b>

En la Tabla 9. De acuerdo al resultado obtenido en el análisis de agua del lugar de Salcachupán, los resultados en parámetros fueron Cd (mg/L) teniendo el peso de importancia 0.004, seguido de los metales Pb(mg/L) con el peso de 0.09 , el metal Cu(mg/L) con el peso de 1.8, encontrándose el pH de 7.8 y la temperatura de óptima de 15 °C grados.

Figura 1. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente hacienda Salcachupán Rio Huallaga puente hacienda Salcachupán.**



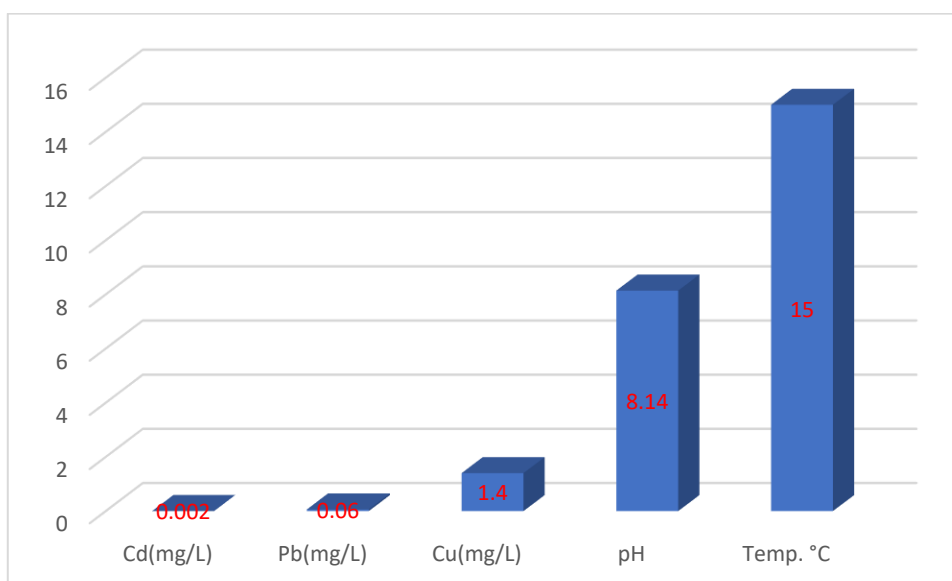
Según nos indica en la figura 1. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga del lugar denominado puente hacienda Salcachupan rio Huallaga del lugar puente hacienda Salcachupan los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.004, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.09 de peso, el metal Cu(mg/l) con el peso de 1.8, encontrándose el pH de 7.8 y la temperatura de optima de 15°C grados.

**Tabla 10. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Pallanchacra**

Rio Pallanchacra	Rio Pallanchacra
Variable o Parámetros	peso de importancia
Cd(mg/l)	0.002
Pb(mg/l)	0.06
Cu(mg/l)	1.4
pH	8.14
Temp. °C	15

En la tabla 10. El resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río Pallanchacra se obtuvieron los datos de los metales en variables de parámetros fueron: Cd(mg/L) se obtuvo el peso de importancia 0.002, seguido el metal de Pb(mg/L) 0.06, encontrándose el metal de Cu(mg/L) con el peso de 1.4, el pH que se obtuvo en el análisis de laboratorio fue 8,14 considerándose ligeramente alcalino, y teniendo la temperatura de 15 °C.

**Figura 2. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Pallanchacra**



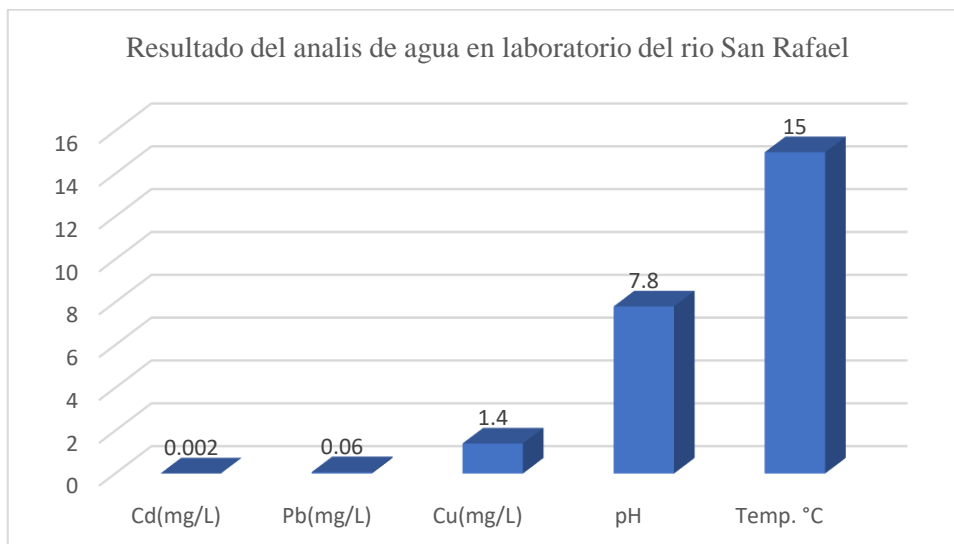
Según nos indica en la figura 2. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga del lugar denominado puente hacienda Salcachupan río Huallaga del lugar puente hacienda Salcachupan los datos obtenidos fueron; Cd (mg/L) teniendo el peso de importancia 0.002, lo que nos indica de miligramos por Litro, seguido de los metales Pb(mg/L) 0.06 con el Peso de miligramos por Litro, el metal Cu(mg/L) con el peso de 1.4 de miligramos por Litro, encontrándose el pH de 7.8 considerándose neutro y con la temperatura de 15°C grados.

**Tabla 11. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río San Rafael**

Variable o Parámetros de Importancia	Peso	de
Cd(mg/L)	0.002	
Pb(mg/L)	0.06	
Cu(mg/L)	1.4	
pH	7.8	
Temp. °C	15	

En la tabla 11. El resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río de San Rafael se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/L) con el peso de importancia 0.002 de miligramos por Litro, seguido el metal de Pb(mg/L) 0.06 de miligramos por Litro, en el metal de Cu(mg/L) con el peso de 1.4 de miligramos por Litro, y el pH que fue 7,14 considerándose ligeramente alcalino, y teniendo la temperatura de 15 °C.

**Figura 3. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio San Rafael**



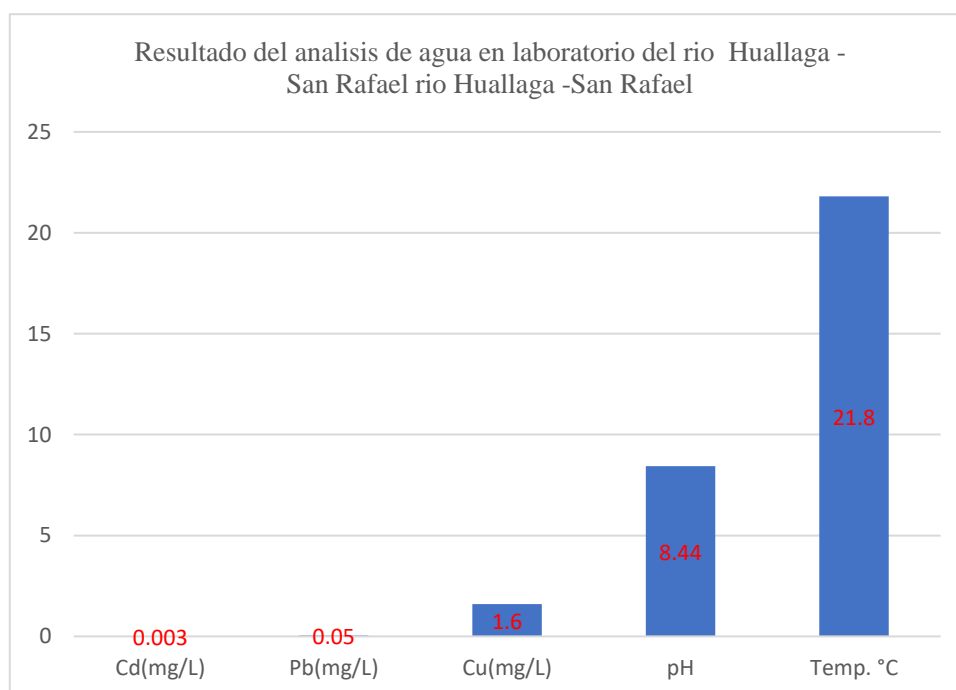
según nos indica en la figura 3. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga del lugar de San Rafael los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.002 lo que indica cadmio de miligramos gramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.06 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 1.4 de miligramos por litro, y el pH de 7.8 considerándose neutro y con la temperatura de 15°c grados

**Tabla 12. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga -San Rafael**

<i>Variable o Parámetros</i>	<i>Peso de importancia</i>
<i>Cd(mg/L)</i>	<i>0.003</i>
<i>Pb(mg/L)</i>	<i>0.05</i>
<i>Cu(mg/L)</i>	<i>1.6</i>
<i>pH</i>	<i>8.44</i>
<i>Temp. °C</i>	<i>21.8</i>

En la tabla 12. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Huallaga del lugar denominado San Rafael se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.003 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.05 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 1.6 de miligramos por litro, y el pH que fue 8,44 considerándose ligeramente alcalino, y teniendo la temperatura de 21 °C.

**Figura 4. Resultado del Análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga – San Rafael**

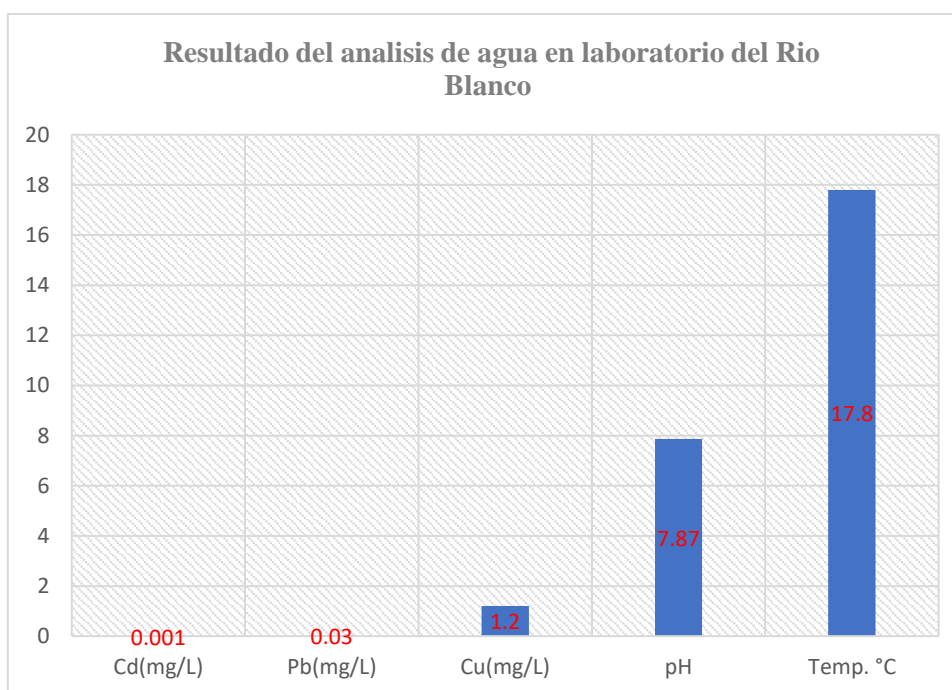


según nos indica en la figura 4. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga del lugar de San Rafael donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.003 lo que indica cadmio de miligramos gramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.05 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 1.6 de miligramos por litro, y el pH de 8.44 considerándose neutro y con la temperatura de 21°C grados.

Tabla 13. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Blanco**

RIO BLANCO	RIO BLANCO
Variable o Parámetros	peso de importancia
Cd(mg/L)	0.001
Pb(mg/L)	0.03
Cu(mg/L)	1.2
pH	7.87
Temp. °C	17.8

En la tabla 13. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio blanco del lugar denominado Rio blanco se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.001 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.03 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 1.2 de miligramos por litro, y el pH que fue 7.87 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 17.8 °C.

Figura 5. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Blanco**

Según nos indica en la figura 5. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio blanco del lugar de rio blanco donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.001 lo que indica cadmio de miligramos gramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.03 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 1.2 de miligramos por litro, y el pH de 7.87 considerándose neutro y con la temperatura de 17.8°C grados

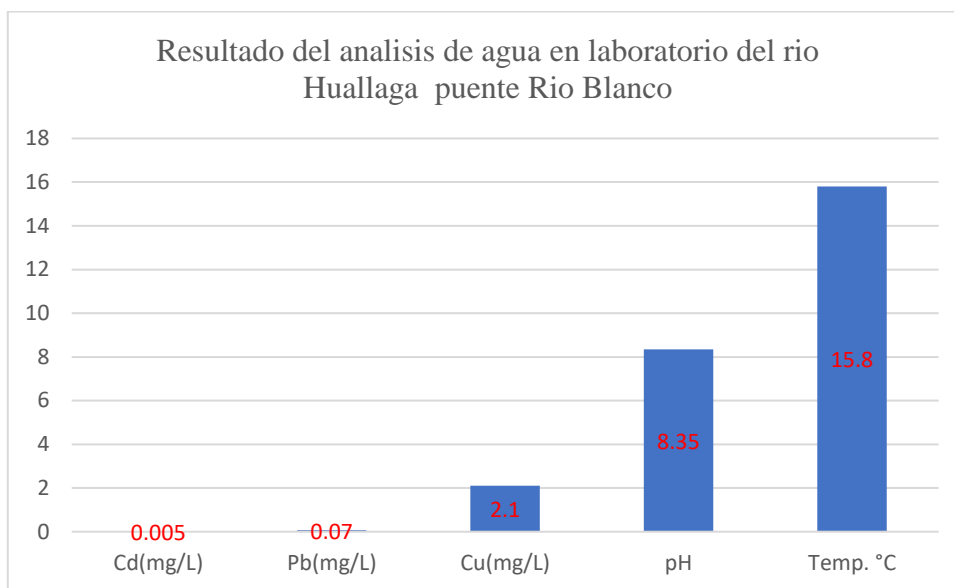
**Tabla 14. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga puente Rio Blanco**

<b>Rio Huallaga Puente Rio Blanco</b>	<b>Rio Huallaga Puente Rio Blanco</b>
<b>Variable o Parámetros</b>	<b>peso de importancia</b>
Cd(mg/l)	0.005
Pb(mg/l)	0.07
Cu(mg/l)	2.1
pH	8.35
Temp. °C	15.8

En la tabla 14. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Huallaga tramo Puente rio blanco del lugar denominado puente rio blanco se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.005 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.07 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 1.2 de miligramos por litro, y el pH que fue 8.35 considerándose ligeramente alcalino, y teniendo la temperatura de 15.8 °C.



**Figura 6. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga puente rio Blanco**



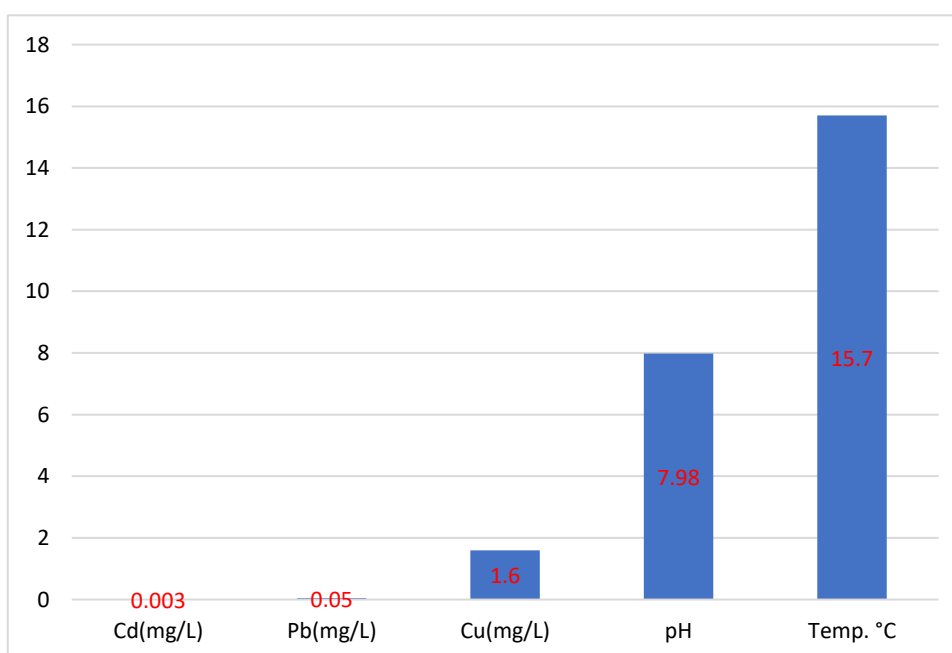
Según nos indica en la figura 6. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga tramo puente río Blanco del lugar denominado puente Río Blanco se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.005 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.07 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2.1. de miligramos por litro, y el pH de 8.35 considerándose ligeramente alcalino y con la temperatura de 15.8°C grados.

**Tabla 15. Resultado del análisis de agua en laboratorio del Río Huertas**

Río Huertas - Ambo	Río Huertas -Ambo
Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/l)	0.003
Pb(mg/l)	0.05
Cu(mg/l)	1.6
pH	7.98
Temp. °C	15.7

En la tabla 15. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río Huallaga tramo río Huertas del lugar denominado Ambo se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.003 de miligramos por Litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.05 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 1.6 miligramos por litro, y el pH que fue 7.98 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 15.7 °C.

Figura 7. **Resultado del análisis del río Huertas – Ambo.**



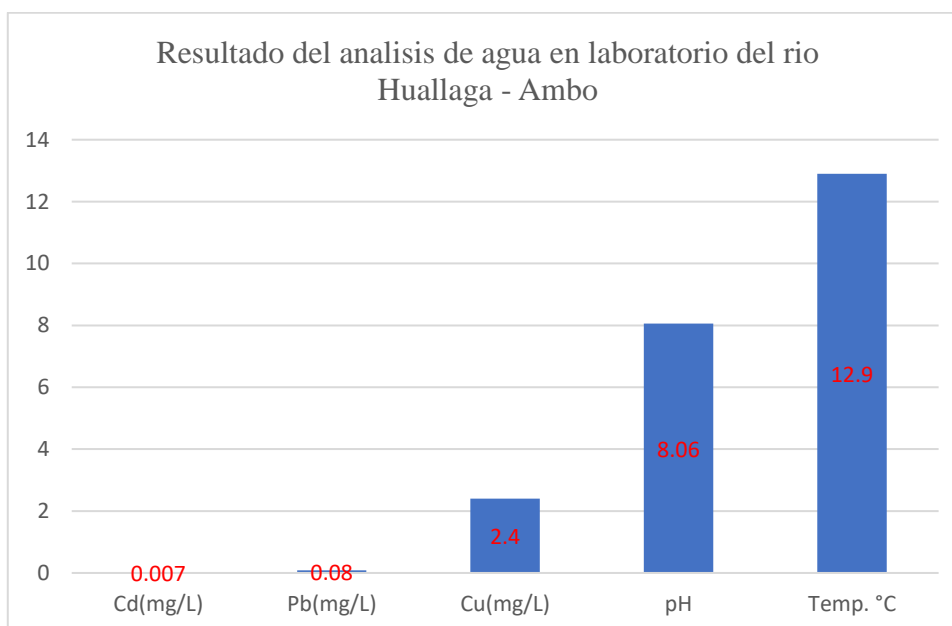
Según nos indica en la figura 7. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huertas tramo Ambo del lugar denominado Río huertas se obtuvo los datos siguientes; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.003 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.05 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de 1.6 de miligramos por litro, y el pH de 7.98 considerándose ligeramente alcalino y con la temperatura de 15.7°C grados.

Tabla 16. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Huallaga – Ambo**

Rio Huallaga -Ambo	Rio Huallaga – Ambo
Variable o Parámetros	peso de importancia
Cd(mg/l)	0.007
Pb(mg/l)	0.08
Cu(mg/l)	2.4
pH	8.06
Temp. °C	12.9

En la tabla 16. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Huallaga tramo Ambo del lugar denominado Ambo, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.007 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.08 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2.4 de miligramos por litro, y el pH que fue 8.06 considerándose alcalino, y teniendo la temperatura de 12.9°C.

Figura 8. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga -Ambo**



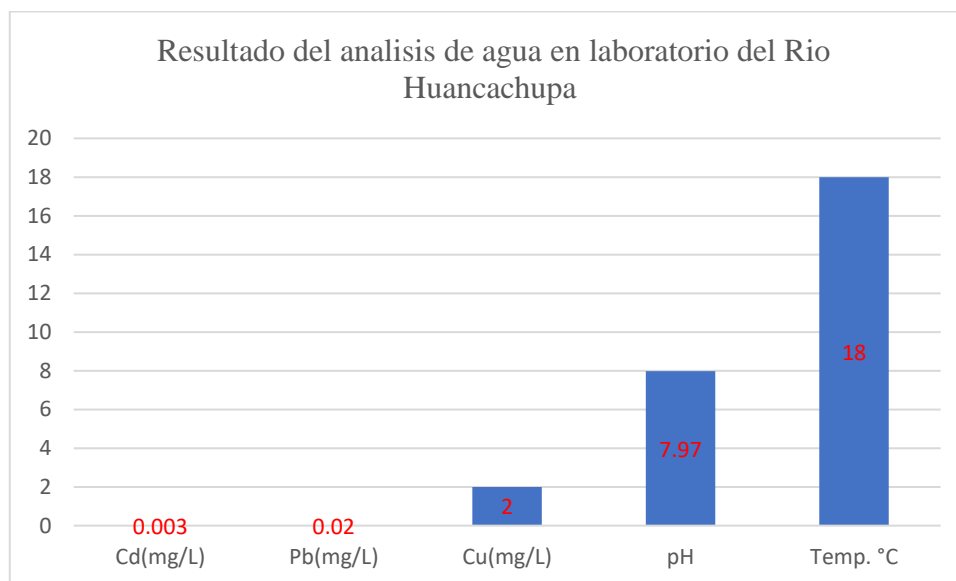
Según nos indica en la figura 8. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga tramo Ambo del lugar denominado Ambo donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.007 lo que indica cadmio de miligramo por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.08 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2.4 de miligramos por litro, y el pH de 8.06 considerándose alcalino y con la temperatura de 12.9°C grados.

**Tabla 17. Resultado del Análisis de agua en laboratorio del Río Huancachupa**

Río Huancachupa	Río Huancachupa
Variable o Parámetros	peso de importancia
Cd(mg/l)	0.003
Pb(mg/l)	0.02
Cu(mg/l)	2
pH	7.97
Temp. °C	18

En la tabla 17. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río Huancachupa del lugar Huancachupa, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.003 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.02 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2 de miligramos por litro, y el pH que fue 7.97 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 18°C.

**Figura 9. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Huancachupa**



Según nos indica en la figura 9. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huancachupa del lugar denominado Huancachupa donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.003 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.02 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2 de miligramos por litro, y el pH de 7.97 considerándose alcalino y con la temperatura de 18 °C grados

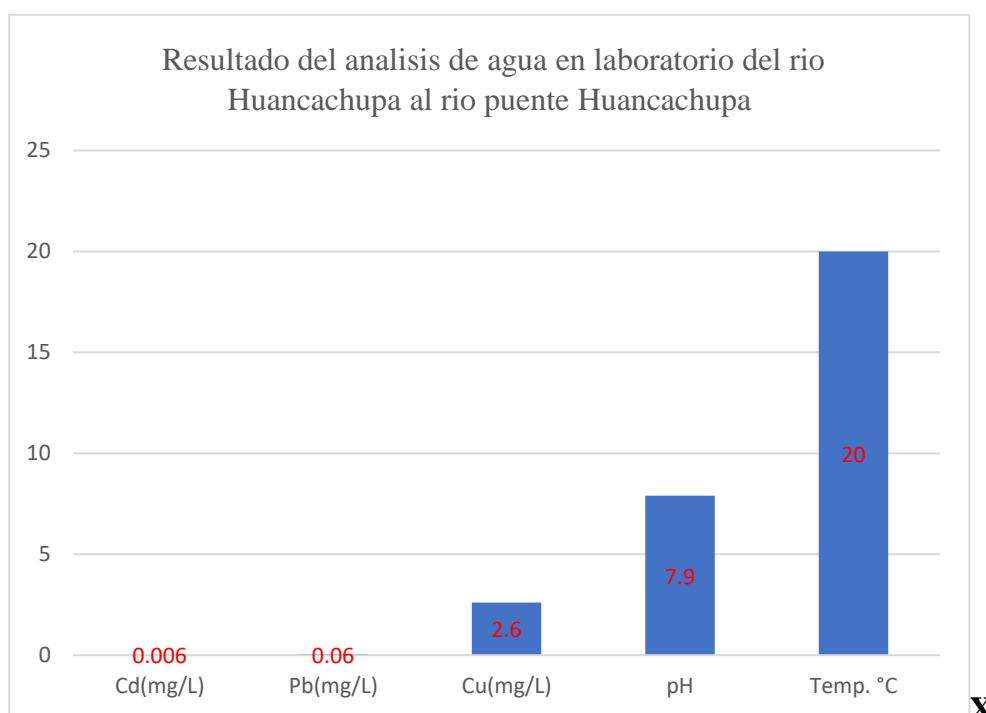
**Tabla 18. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga - puente Huancachupa.**

Rio Huallaga - puente Huancachupa	Rio Huallaga-Puente Huancachupa
Variable o Parámetros	peso de importancia
Cd(mg/l)	0.006
Pb(mg/l)	0.06
Cu(mg/l)	2.6
pH	7.9
Temp. °C	20

En la tabla 19. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río Huallaga del lugar Huancachupa, se obtuvieron los

datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.006 de miligramos por Litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.06 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2.6 de miligramos por litro, y el pH que fue 7.9 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 20°C.

Figura 10. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - puente Huancachupa**



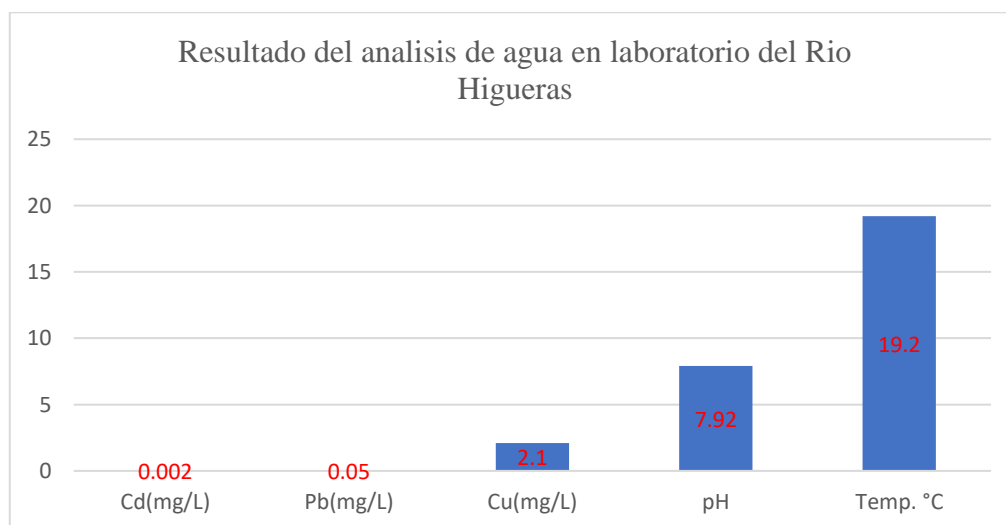
Según nos indica en la figura 10. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga del lugar denominado Huancachupa donde se obtuvo los siguientes datos; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.006 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.06 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2.6 de miligramos por litro, y el pH de 7.9 considerándose neutro y con la temperatura de 20 °C grado.

Tabla 19. **Resultado del Análisis de agua en laboratorio del Rio Higueras**

Rio Higueras	Rio Higueras
Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/l)	0.002
Pb(mg/l)	0.05
Cu(mg/l)	2.1
pH	7.92
T°C.	19.2

En la tabla 19. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Higueras del lugar Higueras, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.002 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.05 de miligramos por Litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2.1 de miligramos por litro, y el pH que fue 7.92 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 19.2°C.

Figura 11. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del Rio Higueras**



Según nos indica en la figura 11. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Higueras donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.002 lo que indica cadmio de miligramos gramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.05 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2.1 de miligramos por litro, y el pH de 7.92 considerándose neutro y con la temperatura de 19.2 °C grados.

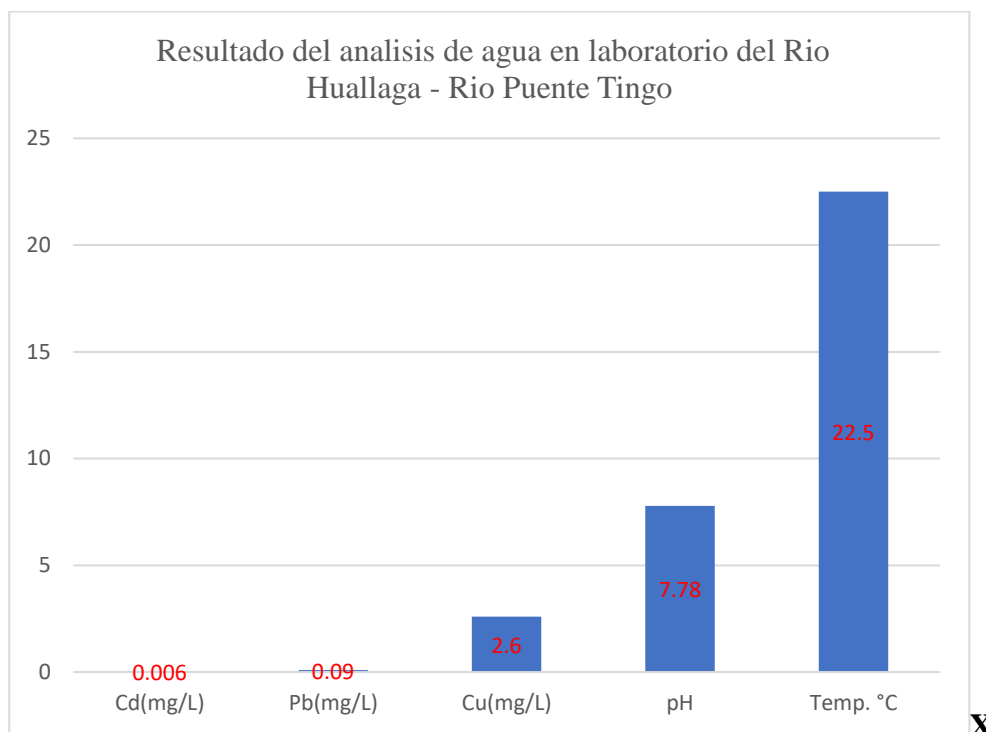
**Tabla 20. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga - Puente Tingo**

Río Huallaga - Pte. Tingo	Río Huallaga - Pte. Tingo
Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/l)	0.006
Pb(mg/l)	0.09
Cu(mg/l)	2.6
pH	7.78
Temp. °C	22.5

En la tabla 20. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del río Huallaga tramo río Puente tingo, donde se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.006 de miligramos por Litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.09 de miligramos por Litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2.6 de miligramos por Litro, y el pH que fue 7.78 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 22.5°C.

**Figura 12. Resultado del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga- puente tingo**





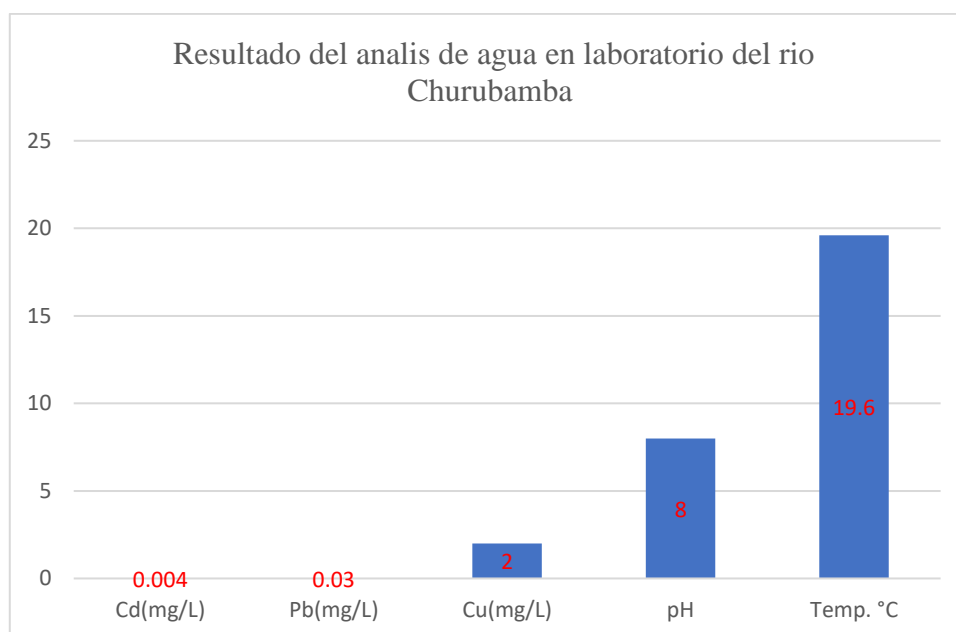
Según nos indica en la figura 12. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.006 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.09 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2.6 de miligramos por litro, y el pH de 7.78 considerándose neutro y con la temperatura de 22.5 °C grados

**Tabla 21. Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Churubamba**

Rio Churubamba	Rio Churubamba
Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/l)	0.004
Pb(mg/l)	0.03
Cu(mg/l)	2
pH	8
Temp. °C	19.6

En la tabla 21. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Churubamba tramo del rio Churubamba, donde se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/l) con el peso de importancia 0.004 de miligramos por litro, seguido el metal de Pb(mg/l) 0.03 de miligramos por litro, en el metal de Cu(mg/l) con el peso de 2 de miligramos por litro, y el pH que fue 8 considerándose alcalino, y teniendo la temperatura de 19.6°C

Figura 13. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Churubamba**



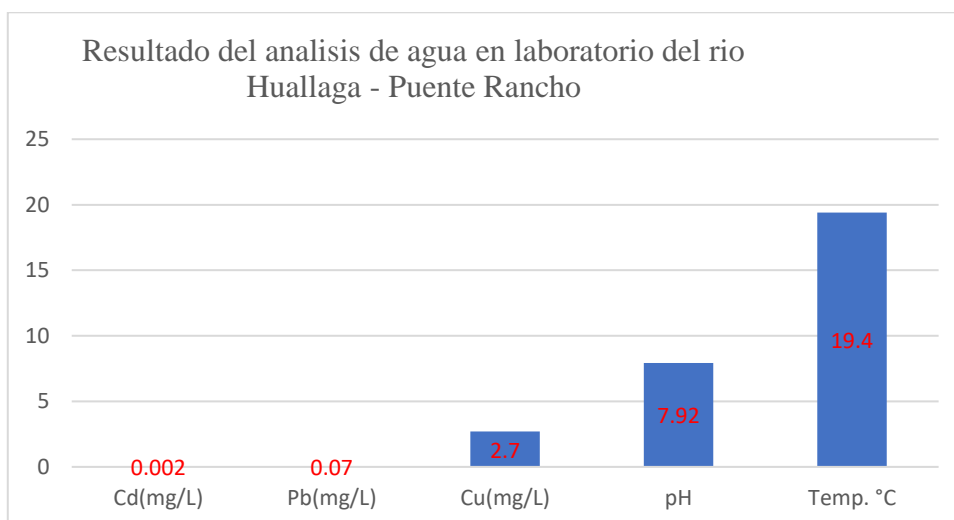
Según nos indica en la figura 13. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del rio Churubamba donde se obtuvo los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.004 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.03 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2 de miligramos por litro, y el pH de 8 considerándose alcalino y con la temperatura de 19.6 °C grados.

Tabla 22. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Taruca.**

Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/L)	0.002
Pb(mg/L)	0.07
Cu(mg/L)	2.7
pH	7.92
Temp. °C	19.

En la tabla 22. Indica el resultado del análisis del agua realizado en laboratorio del rio Huallaga tramo puente Taruca, donde se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/L) con el peso de importancia 0.002 de miligramos por Litro, seguido el metal de Pb(mg/L) 0.07 de miligramos por Litro, en el metal de Cu(mg/L) con el peso de 2.7 de miligramos por Litro, y el pH que fue 7,92 considerándose neutro, y teniendo la temperatura de 19.4°C.

Figura 14. **Resultado del análisis de agua en laboratorio del rio Huallaga - Puente Taruca.**



Según nos indica en la figura 14. el resultado obtenido del análisis de agua en laboratorio del río Huallaga tramo puente Taruca donde los datos obtenidos fueron; Cd (mg/l) teniendo el peso de importancia 0.002 lo que indica cadmio de miligramos por litro, seguido de los metales Pb(mg/l) 0.07 con el peso de plomo de miligramos por litro, el metal Cu(mg/l) con el peso de cobre con 2 miligramos por litro, y el pH de 7.92 considerándose neutro y con la temperatura de 19.4 °C grados

### **Análisis del suelo**

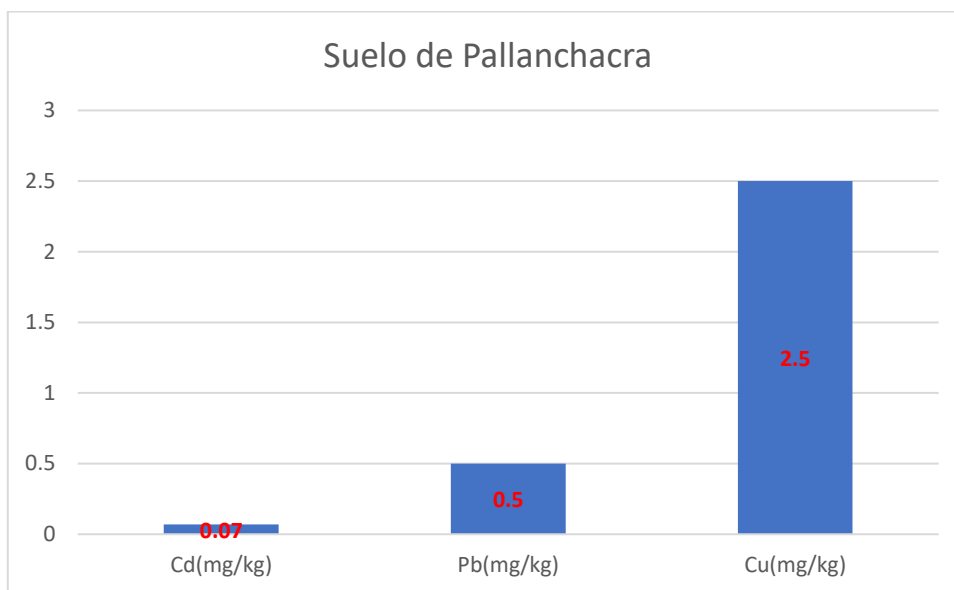
El análisis de suelo fue tomado de los lugares del tramo del río Pallanchacra, San Rafael, Río Blanco, río Huertas, Huancachupa, suelos del tramo de río higueras y suelo del tramo de Churubamba.

Tabla 23. **Resultado de laboratorio de análisis de suelo Pallanchacra**

<i>Suelo de Pallanchacra</i>	<i>Suelo de Pallanchacra</i>
<i>Variable o Parámetros</i>	<i>Peso de importancia</i>
<i>Cd(mg/kg)</i>	<i>0.07</i>
<i>Pb(mg/kg)</i>	<i>0.5</i>
<i>Cu(mg/kg)</i>	<i>2.5</i>

En la tabla 23. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo Pallanchacra, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.007 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.5 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.5 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo Pallanchacra.

Figura 15. **Resultado de laboratorio de análisis de suelo de Pallanchacra**



En la figura 15. el resultado obtenido del análisis de suelo en laboratorio del tramo Pallanchacra los datos obtenidos fueron; Cd (mg/kg) teniendo el peso de importancia 0.07, lo que indica la cantidad de cadmio de miligramos, seguido de los metales Pb(mg/kg) 0.5 con el peso de plomo de miligramos, el metal Cu(mg/kg) con el peso de cobre con 2.5, de miligramos son los metales encontrados en el suelo del tramo de Pallanchacra

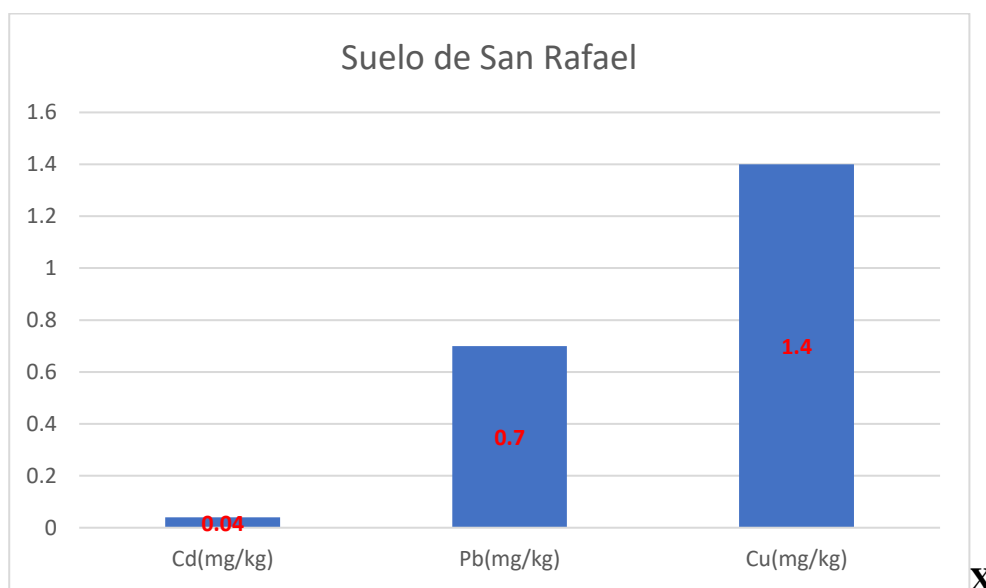
Tabla 24. **Resultado del análisis en laboratorio de suelo San Rafael**

<i>Suelo de San Rafael</i>	<i>Suelo de San Rafael</i>
<i>Variable o Parámetros</i>	<i>Peso de importancia</i>
<i>Cd(mg/kg)</i>	<i>0.04</i>
<i>Pb(mg/kg)</i>	<i>0.7</i>
<i>Cu(mg/kg)</i>	<i>1.4</i>

En la tabla 24. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo San Rafael, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso

de importancia 0.004 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.7 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 1.4 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo San Rafael.

Figura 16. **Resultado del análisis en laboratorio de suelo San Rafael**



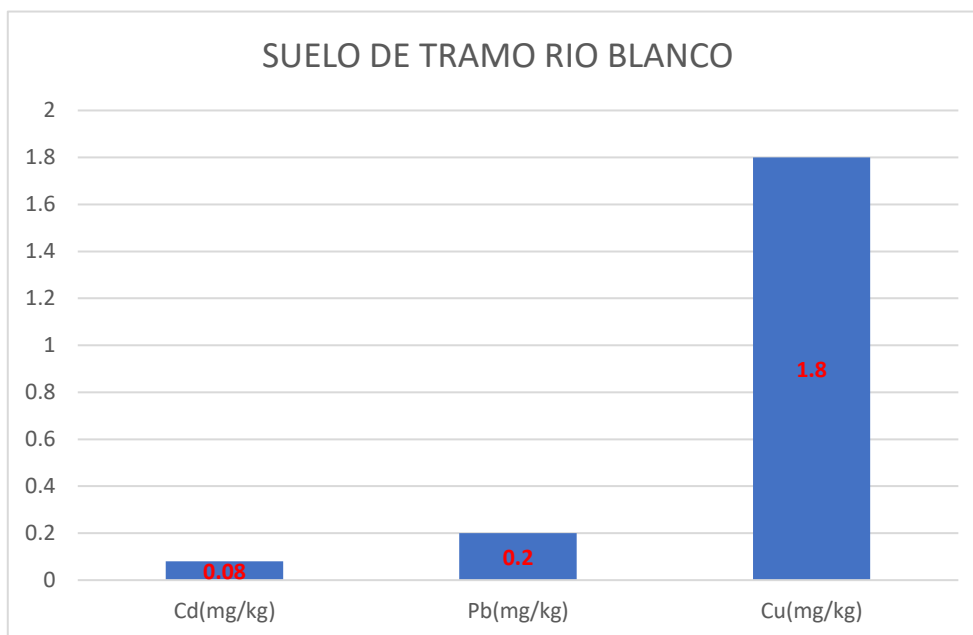
En la figura 16. el resultado obtenido del análisis de suelo en laboratorio del tramo Pallanchacra los datos obtenidos fueron; Cd (mg/kg) teniendo el peso de importancia 0.04, lo que indica la cantidad de cadmio de miligramos, seguido de los metales Pb(mg/kg) 0.7 con el peso de plomo de miligramos, el metal Cu(mg/kg) con el peso de cobre con 1.4, de miligramos son los metales encontrados en el suelo del tramo de San Rafael.

Tabla 25. **Resultado del análisis en laboratorio de suelo de Rio Blanco**

Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/kg)	0.08
Pb(mg/kg)	0.2
Cu(mg/kg)	1.8

En la tabla 25. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio los suelos del tramo de Rio Blanco, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.008 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.2 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 1.8 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo de rio Blanco.

Figura 17. **Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Rio Blanco**



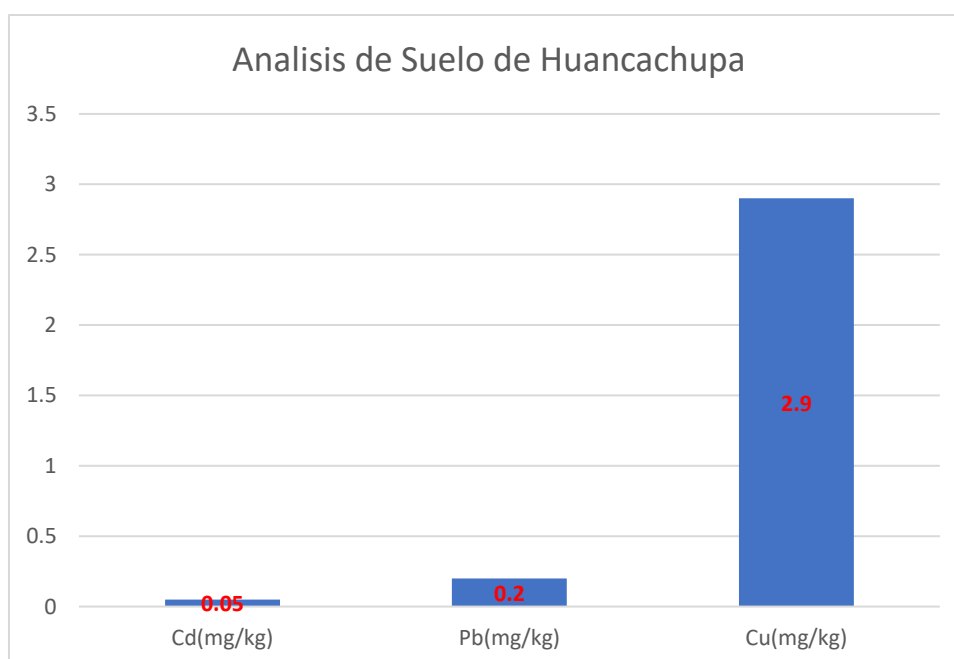
En la figura 17. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo de Rio Blanco, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.008 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.2 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 1.8 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo Rio Blanco.

Tabla 26. **Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Huancachupa**

Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/kg)	0.05
Pb(mg/kg)	0.2
Cu(mg/kg)	2.9

En la tabla 26. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio los suelos del tramo de lugar Huancachupa, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.005 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.2 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.9 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo corresponden al lugar de Huancachupa.

Figura 18. **Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Huancachupa**





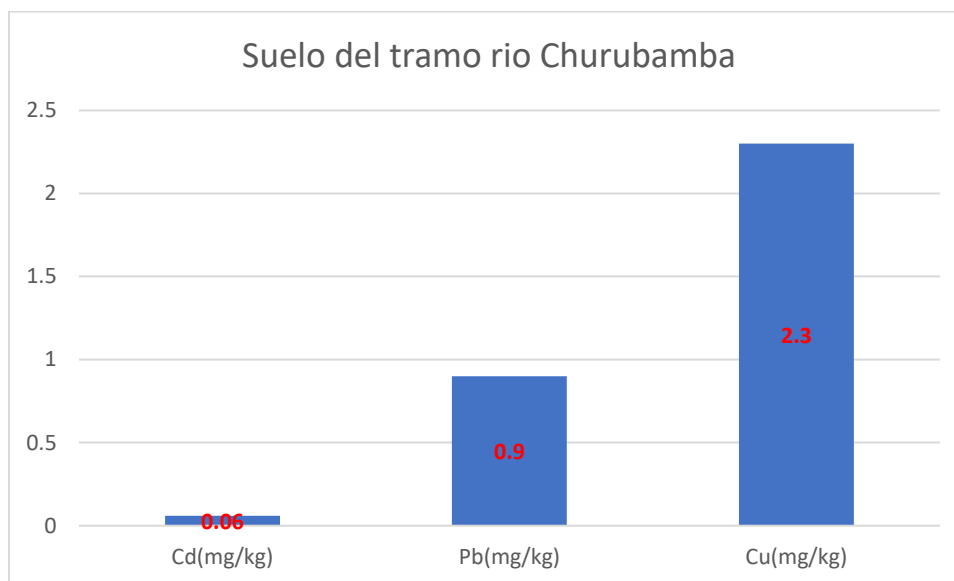
En la figura 18. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo de Huancachupa, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.05 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.2 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.9 de miligramos, los metales encontrados en los suelos corresponden al tramo de Huancachupa.

**Tabla 27. Resultado de análisis en laboratorio de suelo en Churubamba**

Variable o Parámetros	Peso de importancia
Cd(mg/kg)	0.06
Pb(mg/kg)	0.9
Cu(mg/kg)	2.3

En la tabla 27. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio los suelos del tramo de lugar Churubamba, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.06 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.9 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.3 de miligramos, los metales encontrados en los suelos del tramo corresponden al lugar de Churubamba.

Figura 19. **Resultado de análisis en laboratorio de suelo de Churubamba.**



En la figura 19. Indica el resultado del análisis de suelo realizado en laboratorio del suelo de tramo de Churubamba, se obtuvieron los datos de metales en variables de parámetros lo que indica: Cd(mg/kg) con el peso de importancia 0.06 de miligramos, seguido el metal de Pb(mg/kg) 0.9 de miligramos, en el metal de Cu(mg/kg) con el peso de 2.3 de miligramos, los metales encontrados en los suelos corresponden al tramo de Churubamba.

### 5.3. Discusión de Resultados

Con respecto a la investigación en contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de la microcuenca del río alto Huallaga y suelos agrícolas del área de influencia en Huánuco, sobre la contaminación con metales pesados los resultados más altos encontrados fueron en el tramo de Pallanchacra tramo Churubamba (puente taruca) en el trabajo de investigación los datos obtenidos en los tramos de Río Huallaga puente hacienda Salcachupán y el tramo Río Huallaga Puente Rancho son iguales con Cd (mg/l) 0,004, en su trabajo de investigación **Vergara Estupiñán, E. J. (2019)** corrobora la contaminación por metales pesados en un sector del río alto – Chicamocha – Colombia concluye que Chicamocha constituyen las principales fuentes de contaminación por trazas

metálicas. En sedimentos evidencian que ninguna de las muestras máximas excede los valores estimados. En cuanto a los valores de las plantas el máximo valor registrado para el mercurio fue de 2,14 ppm (media 0,33 ppm) seguido por el Plomo 53,43 ppm (media 5,3 ppm) y seguido del cobre 76,22 ppm (media 7,6). En las muestras de peces analizadas se detectó la presencia de Hg, Pb y Cu, en los tejidos evaluados evidencian que la media de los valores registrados son los siguientes: cobre (2,6 ppm), seguido por el plomo (0,46 ppm), y por último el mercurio (0,0704 ppm), los datos que más varían son del cobre con un valor de 12,87 de varianza, en los tramos del río San Rafael, río Higueras, y en el tramo río Huallaga puente Rancho también se obtuvo los datos iguales en Cd(mg/L) 0,002, de este metal de cadmio. En los tramos del río Huallaga San Rafael, Río Huertas y el río Huancachupa los datos obtenidos son iguales en Cd(mg/L) 0.003, en su trabajo de investigación **Fuentes y Coral (2019)** Corroboración Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray – Perú, concluyen. Que los elementos detectados fueron K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb y Ba. Resalta la presencia de Zn, Cr, Cu, Pb, Ni y As como elementos críticos en cada punto de la microcuenca del río Huancaray; las concentraciones son superiores a los límites permisibles; asimismo, los periodos de lluvia y seca no presentan diferencia significativa, mientras que las principales fuentes de contaminación son centros poblados, prácticas de la agricultura, presencia de la minería ilegal y fuente de origen natural. En los tramos de río Huallaga puente Río blanco los datos obtenidos para el metal Cd(mg/l) fue de 0.005, para los tramos de Río Huallaga Puente Huancachupa, y el tramo del río Huallaga- Puente Tingo los datos de Cd(mg/l) fue de 0.006 son iguales, en el tramo de Río Huallaga- Ambo el resultado del Cd(mg/L) fue 0.007 el más alto, en el trabajo de investigación **Juárez H (2012)** corrobora en el estudio realizado Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana concluye que la contaminación del suelo por agua contaminada representa un riesgo importante en las hojas vegetales para el As. El Cd disponible del suelo provino principalmente del suelo parental y no de los canales de riego. El Cd se puede bioacumular fácilmente hasta niveles

peligrosos en Huacatay. Si bien los niveles de As y Cd son más altos en el Huacatay, se estima que el riesgo para la salud es pequeño porque esta verdura se usa en pequeñas cantidades como condimento. En el trabajo de investigación encontrado en el tramo de Rio Blanco en Cd(mg/l) fue 0.001 el más bajo. En cuanto corresponde para los metales los resultados obtenidos muestra de los tramos de Rio Huancachupa Pb(mg/l) 0.02, los tramos de Rio blanco y Rio Churubamba son iguales en la muestra de Pb(mg/l) 0.03 con datos iguales, en el resultado obtenido de los tramos de Rio Huallaga San Rafael. Tramo Rio Huertas, y la muestra del Rio Higueras los datos obtenidos en Pb(mg/L) fue de 0.05, los resultados para los tramos de del Rio San Rafael, el tramo del Rio Puente Huancachupa los datos en Pb(mg/l) fue 0.06, seguido de los tramos de Rio Huallaga, tramo de Rio Huallaga Puente Rancho los resultados Pb(mg/l) fue 0.07, y el resultado de tramo rio Huallaga -Ambo los resultados en Pb(mg/l) fue de 0.08, el resultado de más alto encontrado fue en el tramo de Rio Huallaga Puente hacienda Salcachupan, y el tramo de Rio Huallaga puente tingo en Pb(mg/l) fue de 0.09. en su trabajo de investigación **Herrera Delgado, A. E. (2016)**. Corrobora Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Chiclayo, Perú, la concentración de los metales pesados en época de estiaje y época creciente respectivamente fue: Aluminio (0.615 mg/L, 0.086 mg/L); Cd (<LCM, <LCM); Fe (1.021 mg/l, 1.680 mg/l); Pb (0.004 mg/l, <LCM) y Zn (0.06 mg/ l, 0.027 mg/l)., los resultado obtenidos de los tramos de Rio San Rafael, tramo Rio Huerta, Rio Blanco, tramo Rio Huallaga – San Rafael Rio Huallaga puente hacienda Salcachupán Cu(mg/l) fue de 1.4 a 1.8. Para los tramos del Rio Huallaga Puente Rio Blanco, tramo Rio Huallaga Ambo, rio Huancachupa, Tramo Rio Huallaga puente Huancachupa, Rio Higueras, Rio Huallaga Puente tingo, tramo Rio Churubamba, Rio Huallaga puente taruca los datos de Cu(mg/l) fue de 2.1 a 27. En su trabajo de investigación **Flores Briceño, R. (2017)**, corrobora Los Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del rio Huaura – provincia Huaura 2017 tuvo como objetivo determinar los efectos adversos de metales pesados (Cd, Pb, Cu, Zn) Los resultados, no representaron ningún riesgo para el

desarrollo de la especie de estudio, los contenidos de Cd, Pb, Cu, Zn, no superaron el umbral de tolerancia que puedan causar efectos tóxicos. La aplicación del agua de riego de la cuenca baja del río Huaura a un suelo de las características del presente estudio (francamente arenoso), no afecta la calidad de la planta de maíz ni causa problemas en la agricultura a corto plazo.

En el resultado de los datos obtenido en pH de los tramos de Rio Huallaga Puente Hacienda Salcachupan, Rio Huallaga Puente rio Blanco, Tramo Rio Huertas, Rio Huancachupa, Tramo Rio Huallaga Puente Huancachupa, Rio Higueras, Rio Huallaga Puente Tingo, tramo rio Huallaga Puente Taruca el pH fue de 7.78 a 7.92, considerándose neutro. Y los tramos de Rio san Rafael, Rio Huallaga San Rafael, Rio Blanco, Rio Huallaga Ambo, tramo rio Churubamba el pH fue de 8.0 a 8.44, ligeramente alcalino.

El análisis de suelo los datos obtenidos de los tramos de suelo de San Rafael, Suelo de Huancachupa, y suelo de rio Churubamba en Cd(mg/kg) fue de 0.04 a 0.06. Los suelos de los tramos de Pallanchacra y suelo del tramo Rio blanco en Cd(mg/kg) fue de 0.07 a 0.08. Los datos obtenidos en los tramos de rio Blanco, suelo del tramo rio Higueras, suelo de Pallanchacra los datos obtenidos en Pb(mg/kg) fueron de 0.02 a 0.5. los datos obtenidos de los tramos de suelos de San Rafael y Suelos de rio Churubamba en Pb (mg/kg) fueron de 0.7 a 0.9. en su trabajo de investigación **Riveros (2014)** Corrobora Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higueras, Huánuco. En los cultivos hortícolas establecidos en la cuenca baja del valle Higueras, los agricultores desarrollan actividades de riego utilizando las aguas del río Higueras El presente estudio se desarrolló en plantaciones de lechuga (*Lactuca sativa*), apio (*Apium graveolens* L), repollo (*Brassica oleracea* L) y brócoli (*Brassica oleracea itálica*); en varias áreas de cultivo de la cuenca baja del río Higueras, analizando los niveles de metales pesados como plomo (Pb), cadmio (Cd), Arsénico (As) y Mercurio (Hg) en agua, suelo y en la parte comestible de las plantas. Los datos obtenidos de los tramos de los suelos de San Rafael y el tramo del suelo de rio Blanco en el análisis de Cu (mg/kg fue de 1.4 a 1.8, los datos obtenidos de los suelos de los tramos de suelos de Pallanchacra y el tramo de los suelos de Huancachupa y suelo de

Churubamba en Cu(mg/kg) fueron 2.5 a 2.9

#### **5.4. Aporte científico de la Investigación**

El aporte como investigador se desarrolla con los trabajos de investigación en el tema con la contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de la microcuenca del río alto Huallaga y suelos agrícolas del área de influencia en Huánuco, por el medio del cual se puede encontrar e identificar los metales existentes, y ello podría causar efectos negativos de contaminación a la salud humana por los contaminantes encontrados en los diferentes tramos de los ríos del afluente del Huallaga, a fin de prevenir y controlar la contaminación biológica, física y química del suelo. Por el intermedio se busca evitar la contaminación de la comunidad, tanto agricultores como trabajadores del cultivo, en el proceso de la toma de muestras de agua y del suelo se busca controlar la contaminación, para proteger la forma efectiva de los riesgos de las enfermedades cancerígenas, problemas de intoxicación. El cuidado radica en los habitantes, toda la población quienes consumen las aguas y utilizan los suelos para los sembríos. Para lo cual desarrollar protección de los recursos promoviendo y fortaleciendo proyectos de conservación del agua de los ríos, acequias protegiendo los suelos productivos, sustentables, que involucre, de esta manera impulsar el cuidado del medio ambiente.

## CONCLUSIONES

1. La contaminación del río Huallaga por metales pesados se lograron identificar en tramos del puente Pallanchacra, San Rafael, Río Blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras y Churubamba, en ámbito de las riberas de las aguas del río Huallaga, para obtener las muestras de los suelos agrícolas con los metales pesados (Cd, Pb y Cu).
2. El análisis de aguas del río Huallaga se identificó la cantidad de los metales de: Cadmio en los tramos de Pallanchacra a tramo del Río Huertas; donde se obtuvieron los datos Cd: 0.004, 0.003 y 0.005 más alto en miligramos por litro, y para los tramos de los Río Huallaga – Ambo al tramo del río Huallaga Puente Taruca la presencia de Cd. fue de 0.004, 0.006 y 0.007 encontrados en miligramos por litro. Teniendo presencia más alto en límites permisibles para uso de las aguas para agricultura.
3. Se identificaron los metales de Plomo Pb(mg/l) en las muestras de los tramos de río Pallanchacra al tramo del río Huertas Pb: 0.003, 0.004 a 0.005 miligramos por litro, en el otro de los tramos se tomaron las muestras del Río Huallaga Ambo, al tramo de Río Huallaga, Puente Taruca, con los datos de: 0.05, 0.06, 0.007 a 0.09 miligramos por litro de Plomo. Las muestras de Cobre se identificaron con mayores porcentajes de contenido de miligramos por litro en los tramos de Río San Rafael, Río Blanco, Río Huallaga Ambo, y el tramo del río Churubamba con los datos que oscilan los datos de Cu(mg/l) 2.0, 2.4 a 2,6 de miligramos por litro.
4. Respecto a los efectos del pH de los suelos en su mayoría están por encima del pH Neutro con un porcentaje por encima del pH de 7.80 a 7.87, en la muestra de los tramos de Río San Rafael al tramo del río Huallaga -San Rafael y Río Blanco con pH de 8,14 a 8,35 demostrando que las aguas esta fuera del límite de estándar de Neutro. seguido de los tramos de Río Huallaga Ambo al tramo Río Churubamba con el porcentaje de 8,0 a 8,06 pasando el estándar de neutro. En las aguas del recorrido de los tramos del río Huallaga.
5. La influencia en la agricultura según los límites permisibles las aguas del río Huallaga presentan problemas de metales en las muestras tomada de los tramos del suelo Pallanchacra a suelo de Río Churubamba nos indica que el porcentaje de cadmio Cd(mg/kg) el más alto se encuentra en los tramos de: suelo de Pallanchacra

con 0,07 y en el tramo de Suelo de rio blanco 0,08 en miligramos/kg, seguido en la muestra de los suelos donde se obtuvo el metal de Pb(mg/kg) el más alto nivel de metal se encontró en el tramo de suelo de San Rafael. 0,7 y Suelo de rio Churubamba con 0,9 miligramos por Kilogramo.

6. Se logró obtener los resultados que se planteó en los objetivos de tener los datos, en los tramos de los ríos Huallaga, datos de los suelos con la presencia de porcentajes de los metales que se encuentran en las tierras agrícolas.



### RECOMENCIONES Y SUGERENCIAS

1. Por el peligro que se encuentra las aguas del río Huallaga por la presencia de los metales pesados que causan peligro a los que consumen las aguas del río, prevenir la contaminación con los metales pesados y conservar a través de los trabajos de investigación para evitar la contaminación de las aguas y los suelos desde lugar del Tramo Pallanchacra al puente Taruca de Churubamba.
2. Mejorar el nivel de formación académica y capacitación de la mayoría de los pobladores que radican en las riberas del río Huallaga, para el cuidado y prevención de la contaminación por metales pesados y los mecanismos de gestión de los restos de residuos sólidos domiciliarios.
3. Conociendo la incidencia de problemas de presencia de metales pesados en el río Huallaga se recomienda, realizar adecuado nivel de educación a los pobladores; se recomienda desarrollar y promover trabajos sobre plan de acciones de cuidado de las aguas y de los suelos de las márgenes del río Huallaga, para conservar la existencia de las especies acuícolas.
4. A las autoridades locales, promover entre los habitantes de su jurisdicción municipal el buen manejo de residuos sólidos domiciliarios, a las autoridades mineras. Apoyar las iniciativas encaminadas al manejo de los relaves mineros y manejo de residuos sólidos, su recolección y transporte. Definir los sitios para los centros de acopio, según el Plan de Ordenamiento Territorial de su municipio.
5. A la autoridad local de agua (ALA) al área de salud regional, participar y apoyar las iniciativas regionales para el manejo de los residuos sólidos. Al OEFA supervisar y vigilar el cuidado de las aguas del río Huallaga y los suelos de las riberas del río Huallaga. con fines de consumo y de exportación; también promover el análisis de agua, suelo y aire para reducir la pérdida de biodiversidad.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abollino, O. Aceto, M., Malandrino, M., Mentastè, E., Sarzanini, C. and Barberis, R. (2002). Distribution and Mobility of Metals in Contaminated Sites. Chemometric Investigation of Pollutant Profiles. *Environmental Pollution*, 119: 177.
2. Aguilar, L. (2006). Contaminación Ambiental. Consultado en la página web: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com>
3. Andrade Chunga, EM. Y Ponce García, WD., (2016). Determinación de los niveles de metales pesados en la microcuenca del río Carrizal del Cantón Bolívar, provincia de Manabí. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/283>
4. Angelova V., Ivanova R., Delibaltova, V. and Ivanov, K. (2004). Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). *Industrial Crops and Products*, 19: 197–205.
5. Arévalo, E., Obando, M. E., Zuñiga, L. B., Arevalo C. O., Baligar, V. y He, Z. (2016). Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones del Perú. (*Eología Aplicada*) 15(2): 81-89.
6. Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2016), Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Superficiales. Lima, Perú.
7. Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Superficiales. Lima, Perú.
8. Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T. & Agüero R. (2009). Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades: Sistemas de Agua y Saneamiento Rural.
9. Barrios; Torres, R., Lampoglia, T. & Agüero R. (2009). Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades: Sistemas de Agua y Saneamiento Rural.
10. Bermúdez, M. (2010). Contaminación y Turismo Sostenible. CET S.A. Consultado en: <http://galeon.com/ecoturismocr/contaminacion.pdf>
11. Buitrago, U. (2019). Determinación de la vulnerabilidad del riesgo de contaminación de aguas subterráneas por la actividad del cultivo de flora en la zona de la cuenca del río Teusaca entre la Calera y la desembocadura del río

- Bogotá utilizando la metodología Drastic. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
12. Castro, W. (2011). Influencia del vertido del efluente líquido de la compañía minera Aurex S.A. en el ecosistema acuático del Rio San Juan. (Título de ingeniería ambiental). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú.
  13. Clemente, R., Escobar, A., & Pilar, B., M. (2006). Heavy metals fractionation and organic matter mineralisation in contaminated calcareous soil amended with organic material. *Bioresource Technology*, 97(15), 1894-1901.
  14. Deza, N. (2002). Oro, Cianuro y otras crónicas Ambientales en busca de una Minería Ambientalmente Responsable". Editorial Universitaria UNC Cajamarca – (Perú Copyright. 2002) - Impresión, julio del 2002.
  15. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2004). Grupo de Estudio Técnico Ambiental - Agua. Lima –Perú.
  16. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2004). Grupo de Estudio Técnico Ambiental - Agua. Lima –Perú.
  17. Echarri, L. (2007). Población, Ecología y Ambiente: Contaminación por metales pesados en aguas superficiales. (Informe N° 2). España.
  18. Echarri, L. (2007). Población, Ecología y Ambiente: Contaminación por metales pesados en aguas superficiales. (Informe N° 2). España
  19. Ecofluidos Ingenieros S.A. (2012). Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. (Informe final de estudio de calidad de efluentes). Apurímac y Cusco – Perú.
  20. Eróstegui, C. (2009). Contaminación por metales pesados. *Revista Científica Ciencia Médica*, vol. (12), p45 - p46.
  21. FAO. (2015). Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. *CODEZ ALIMENTARIUS*, 62.
  22. Flores Briceño, R. (2019). Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la Cuenca baja del río Huaura Provincia Huaura
  23. Flores Briceño, R. (2017). Efectos adversos de metales pesados en la agricultura de la cuenca baja del río Huaura-provincia Huaura 2017. Huaura, Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

24. Frida Esmeralda Fuentes Bernardo, R. G., & Fuentes Bernedo y Coral Surco, F. E. (2021). Contaminación por metales pesados de la microcuenca Agropecuaria del río Huancaray - Perú. Apurímac, Perú: Universidad Nacional José María Arguedas.
25. García, I. and Dorronsoro, C. (2005). Contaminación por Metales Pesados. En Tecnología de Suelos. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Encontrado en <http://edafologia.ugr.es>.
26. Garrido, T. Costa, C. Fraile, J. Orejudo, E. Niñerota, J. Ginebreda, A. Olivilla, L. y Figueras, M. (1998). Análisis de la presencia de plaguicidas en diversos acuíferos de Cataluña. Jornadas sobre la contaminación de las aguas subterráneas: un problema pendiente. Valencia, España. 7 p. citado por García.
27. Gutiérrez, C. y Rodríguez Meza, GD. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Universidad Autónoma Indígena de México.
28. Herrera Delgado, A. E. (2016). Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de Setiembre y Diciembre, (2016). Chiclayo, Perú: Universidad de Lambayeque Facultad de Ciencias de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
29. Hirata, R. (2002). Carga contaminante y peligros a las aguas subterráneas. Revista Latino-Americana de Hidrogeología. São Pablo, Brasil. 2: 81-90. Citado por García Gutiérrez, C. y Rodríguez Meza, GD. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. Universidad Autónoma Indígena de México.
30. Jaksic, F M. (1997). Ecología, ecologistas y ciencias ambientales. Revista Chilena de Historia Natural 70: 177-180, 1997. Encontrado en: [http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/2/Editorial\\_1997.pdf](http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/2/Editorial_1997.pdf)
31. Juárez, H. (2012). Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana. Lima, Perú: Programa Internacional de Becas de Investigación en Agricultura Urbana – AGROPOLIS.
32. Kabata-Pendias, A. (2000). Trace elements in soils and plants. Third Edition. CRC Press, Boca Ratón, USA. 413 p. Disponible en internet en la página web: <https://www.agronomy.org/la> **cuenca** del Llobregat. Universitat Politècnica de Catalunya Disponible.

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6978/02INTRODUCCION>

33. LASAT, M. (2000). The use of plants for the removal of toxic metals from contaminated soil. American Association for the Advancement of Science, Environmental.
34. Lee, C., Chon, H. and Jung, M. (2001). Heavy metal contamination in the vicinity of the Daduk Au–Ag–Pb–Zn mine in Korea. *Appl Geochem* 16(11-12):1377–1386. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(01\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(01)00038-5)
35. Lira, J. sf. Sostenibilidad aplicada: ¿El agua es para todos? Lima, Perú. Disponible en <http://blogs.gestion.pe/sostenibilidadaplicada/2016/06/el-agua-es-para-todos.html>
36. Liu, X., Song, Q., Tang, Y., Li, W., Xu, J., Wu, J., Wang, F. y Brookes, P. (2013). Human health risk assessment of heavy metals in soil–vegetable system: A multi-medium analysis. *Science of the Total Environment* 463–464C:530–540. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.064
37. López J, R. (2014). Programa alternativo para el manejo y gestión integral participativa eficiente de los residuos sólidos en la ciudad de Tarma. Tesis Msc. Ciencias Ambientales con Mención de Control de la Contaminación y Ordenamiento Ambiental. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. p. 156
38. Lucho, CA. Álvarez, M. Beltrán, RI. Prieto, F. and Poggi, H. (2005). A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State, Mexico irrigated with raw wastewater. *Environmental International*, On Line: 0160-4120-D 2004 doi: 10.1016/j.envint.2004.08.002.
39. Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017). Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Lima - Perú: El peruano.
40. Navarro-Aviñó, J. P., Alonso, I. A., & López-Moya, J. R. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Revista Ecosistemas*, 16(2).

41. OEFA, (2014). Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Fiscalización eficiente. Caretas, Lima. s.v.nr. p. 1-12.
42. Ordoñez Gálvez, JJ. (2011). Cartilla técnica: aguas subterráneas-acuíferos. Lima, Perú. Disponible en <http://conselva.org/wp-content/uploads/2016/07/Ordo%20B1ez-G%20A1lves.-2011.-Qu%20A9-es-cuenca-hidrol%20B3gica-2.pdf>
43. Obaji, A.; Romero, K.; Combatt, E.; Díaz, L.; Burgos, S.; Urango, I. y Marrugo, J. (2017). Evaluación de materiales como potenciales retenedores de metales pesados para su aplicación como enmiendas en suelos contaminados. Memorias III Seminario Internacional de Ciencias Ambientales SUE-Caribe. P. 209-211.
44. Oyarzun, R. & Higuera, P. (2007). Minerales, metales, compuestos químicos, y seres vivos: una difícil pero inevitable convivencia. Disponible en <http://www.uclm.es/users/higuera/mam/MAM7.htm#Arriba>
45. Oyarzun, R., Higuera, P. y Lillo, J. (2011). Minería ambiental: Una introducción a los impactos y su remediación. (Ed. GEMM), España, p57-61, p91-123.
46. Peña Fernández, A. (2011). "Presencia y distribución medioambiental de metales pesados y metaloides en Alcalá de Henares, Madrid. Evaluación del riesgo para la población y biomonitorización de la población escolar". Universidad de Alcalá.
47. Pérez, R. (2017). Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de "SAN JOSÉ" - ANDAHUAYLAS, APURÍMAC. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.
48. Peris, M. (2006). Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la Provincia de Castellón. España: UNIVERSITAT DE VALENCIA servei de publicacions
49. PORTAL PERÚ AMBIENTAL. (2011). Contaminación ambiental en el Perú. (En línea) (Consultado el julio del 2011) (Disponible en [www.consumersint-americalatinaycaribe.cl](http://www.consumersint-americalatinaycaribe.cl)).
50. Riveros Villa, F. (2014). Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus Efectos en Hortalizas en el Valle Higuera, Huánuco. Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

50. Rosas, H. (2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en
51. Science and Engineering Fellow: 1-33. Disponible en internet en la página web: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/>. Ley N° 1278. ( 2016). Ley de gestión integral de residuos sólidos. El peruano. Lima, Perú. 23 de diciembre. 2016, 17. p. 1-17.
52. Singh, P; Tewari. R. (2003). Cadmium toxicity induced changes in plant water relations and oxidative metabolism of Brassica juncea L. plants. *Journal of Environmental Biology* 24:107-112.
53. Smit, J., A. Ratta, and J. Nasr. (1996). Urban agriculture: food, jobs and sustainable cities Publication Series for Habitat II, New York. United Nations Development Programme (UNDP).
54. Sosa, P. (1993). Seminario-Taller Manejo de Cuencas. Mérida. Encontrado en: <https://sites.google.com/site/cuencahidrografica/cuenca-hidrografica/definiciones-de-cuenca-hidrografica>
55. Stankovic S, and Stankovic A. (2013). Bioindicators of Toxic Metals. En: Lichtfouse, E., Schwarz Bauer, J. y Robert, D. (Ed). *Green Materials for Energy, Products and Depollution*. Springer. 3:151-228. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6836-9>
56. Tunja, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Facultad de Ingeniería Civil.
57. Vázquez, M., Poschenrieder, C. and Barcelo, J. (1989). Pulvinus structure arid leaf abscission in cadmium-treated bean plants (*Phaseolus vulgaris*). *Canadian Journal of Botany* 67(9): 2756-2764. <https://doi.org/10.1139/b89-355>.
58. Vergara Estupiñan, E. J. (2019). Contaminación ambiental, Bioacumulación y Biomagnificación por metales pesados en un sector del rio Alto-Chicamocha
59. Zakaria, T. (2014). Electroadsorción de plomo sobre carbones activados en diferentes conformaciones: modificación de la química superficial por métodos electroquímicos. Alicante - España: Universidad de Alicante.

# **ANEXOS**



**ANEXO 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TESISTA: MANUEL LLANOS ZEVALLOS**

**TITULO: CONTAMINACION POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRÍCOLAS DEL AREA DE INFLUENCIA EN HUANUCO, 2022.**

<b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
¿Cuál será el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca de Rio Huallaga; Pallanchacra, San Rafael, Blanco, Huertas, Huancachupa, ¿Higueras y Churubamba?	Determinar el nivel de contaminación por metales pesados (Cd, Pb y Cu) de las aguas y suelos de la cuenca del Rio Huallaga, Pallanchacra, San Rafael, Blanco, Huertas, Huancachupa, Higueras y Churubamba y su influencia en la agricultura.	Existe la presencia de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en concentraciones significativas en las aguas y suelos de la cuenca del Río Alto Huallaga y se encuentran por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA).	metales pesados contaminantes	Cadmio Plomo y Cobre.

<b>Problemas específicos.</b>	<b>Objetivos específicos.</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Sub variables.</b>	<b>Sub Indicadores.</b>
¿Cuál será el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en las aguas de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga?	Analizar el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en las aguas de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga y establecer su influencia en la agricultura según los límites permisibles.	Los metales pesados (Cd, Pb y Cu) se encuentran presentes en concentraciones por encima de los estándares de calidad ambiental en las aguas de los Ríos de las cuencas del Rio Alto Huallaga	Cadmio, Plomo, Cobre,	mg/L de agua
¿Cuál será el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en los suelos de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga?	Analizar el contenido de metales pesados (Cd, Pb y Cu) en los suelos de las microcuencas afluentes del Rio Alto Huallaga y establecer su influencia en la agricultura según los límites permisibles.	Existe la presencia y concentración de los metales pesados en los suelos agrícolas en la parte baja del río alto Huallaga	Cadmio, Plomo, Cobre,	kg muestra de suelos

## ANEXO 02

### CROQUIS DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS Y SUELOS DE LOS AFLUENTES DE RÍO HUALLAGA



## ANEXO 03

### RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS

## ASESORIA Y CONSULTORIA “ANDY”

Ing. ANDRES CORCINO ROJAS QUINTO

Ingeniero Químico Colegiado Reg. CIP N° 21526. MsC. Ingeniería Química Ambiental MsC. En Didáctica Universitaria, Doctor en Ingeniería Química y Ambiental. Doctor en Educación.

### INFORME DE ANÁLISIS DE SUELOS N° 01-2023

UNIDAD EJECUTORA	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANUCO-ESCUELA DE POSGRADO
SOLICITANTE	: Mg. MANUEL LLANOS ZEVALLOS
PROYECTO	: CONTAMINACION POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRICOLAS DEL AREA DE INFLUENCIA EN HUANUCO
UBICACIÓN	: MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA
FECHA DE MUESTREO	: 24 DE ENERO DEL 2023
FECHA DE ANÁLISIS	: 25 AL 30 DE ENERO DEL 2023
ANALIZADO POR	: Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto.
RECOLECTOR DE LA MUESTRA	: Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto.
MÉTODO DE ANÁLISIS	: Espectrofotometría de absorción atómica.

PUNTO DE MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADOS		
		Cd(mg/kg)	Pb(mg/kg)	Cu(mg/kg)
N° 01	RIO PALLAUCHACRA	0,07	0,5	2,5
N° 02	RIO SAN RAFAEL	0,04	0,7	1,4
N° 03	RIO BLANCO	0,08	0,2	1,8
N° 04	RIO HUERTAS			
N° 05	RIO HUANCACHUPA- TALUD	0,05	0,2	2,9
N° 06	RIO HIGUERAS			
N° 07	RIO CHURUBAMBA	0,06	0,9	2,3
		5	5	5
TOTAL			15	



## ANEXO 04

### ASESORIA Y CONSULTORIA “ANDY”

Ing. ANDRES CORCINO ROJAS QUINTO

Ingeniero Químico Colegiado Reg. CIP N° 21526. MsC. Ingeniería Química Ambiental MsC. En Didáctica Universitaria, Doctor en Ingeniería Química y Ambiental. Doctor en Educación.

#### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA N° 01-2023

UNIDAD EJECUTORA	: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANUCO-ESCUELA DE POSGRADO
SOLICITANTE	: Mg. MANUEL LLANOS ZEVALLOS
PROYECTO	: CONTAMINACION POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRICOLAS DEL AREA DE INFLUENCIA EN HUANUCO
UBICACIÓN	: MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA
FECHA DE MUESTREO	: 24 DE ENERO DEL 2023
FECHA DE ANÁLISIS	: 25 AL 30 DE ENERO DEL 2023
ANALIZADO POR	: Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto.
RECOLECTOR DE LA MUESTRA	: Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto.
MÉTODO DE ANÁLISIS	: Espectrofotometría de absorción atómica.

PUNTO DE MUESTREO	FUENTES DE AGUA	RESULTADOS				
		Cd(mg/L)	Pb(mg/L)	Cu(mg/L)	pH	Temp. °C
N° 01	RIO PALLAUCHACRA	0,004	0,09	1,8	7,80	15,0
N° 01	RIO HUALLAGA PUENTE HACIENDA SALCACHUPAN	0,002	0,06	1,4	8,14	15,0
N° 02	RIO SAN RAFAEL	0,003	0,05	1,6	8,44	21,8
N° 02	RIO HUALLAGA- SAN RAFAEL	0,001	0,03	1,2	8,35	17,8
N° 03	RIO BLANCO	0,005	0,07	2,1	7,87	15,8
N° 03	RIO HUALLAGA-PUENTE RIO BLANCO	0,003	0,05	1,6	7,98	15,7
N° 04	RIO HUERTAS	0,007	0,08	2,4	8,06	12,9
N° 04	RIO HUALLAGA-AMBO	0,003	0,02	2,0	7,97	18,0
N° 05	RIO HUANCACHUPA	0,006	0,06	2,6	7,90	20,0
N° 05	RIO HUALLAGA-PUENTE HUANCACHUPA	0,002	0,05	2,1	7,92	19,2
N° 06	RIO HIGUERAS	0,006	0,09	2,6	7,78	22,5
N° 06	RIO HUALLAGA-PUENTE TINGO	0,004	0,03	2,0	8,0	19,6
N° 07	RIO CHURUBAMBA	0,002	0,07	2,7	7,92	19,4
N° 07	RIO HUALLAGA-PUENTE RANCHO	0,001	0,02	2,1	7,80	14,4
		14	14	14		



Av. Los Andes 287 Los Andes El Tambo-Huancayo Telef. (964905241)  
E- mail: [arojasq@uncp.edu.pe](mailto:arojasq@uncp.edu.pe). E- mail: [andiquin49@hotmail.com](mailto:andiquin49@hotmail.com).

**ANEXO 05**  
**MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTO**

**CUESTIONARIO EVALUACIÓN**

Estimado Doctor, usted ha sido invitado a participar en el proceso de evaluación de un instrumento que intenta medir el nivel de contaminación por metales pesados y su influencia en la agricultura de la cuenca del Alto Huallaga. En razón a ello se le alcanza el cuestionario (considerando las dimensiones) motivo de evaluación y la matriz que servirá para que usted pueda hacernos llegar sus apreciaciones en la columna de observaciones, si lo considera necesario, por cada ítem del instrumento de investigación.

Agradezco por anticipado sus aportes que permitirán validar el instrumento y obtener información válida, criterio requerido para toda investigación. A continuación, le presento los ítems por cada dimensión. Sírvase marcar en el formato con un aspa en la casilla que usted considere conveniente.

**Doctor: ANDRES CORCINO ROJAS QUINTO**  
**Universidad NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU**  
**Facultad de INGENIERIA QUIMICA**  
**Tiempo de servicios: 28 años**  
**Doctorando: Mg. MANUEL LLANOS ZEVALLOS**  
**Propósito de la evaluación.**

**¿A quién se va a evaluar?**

Pobladores residentes en la cuenca y microcuencas del Alto Huallaga.

**¿Qué se va a evaluar?**

Análisis de como el contenido de metales pesados en las aguas y en el suelo influyen en la calidad de los productos comestibles de la agricultura del área de estudios.

**¿Para qué se va a evaluar?**

Establecer la relación directa entre la influencia de metales pesados en la agricultura

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN</b>			<b>FECHA</b>	<b>08/06/2023</b>
<b>ÁREA</b>		<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>Cuestionario</b>	
<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>Influencia de metales pesados en la agricultura</b>		<b>CÓDIGO</b>	
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	Se requiere conocer influencia entre el contenido de metales pesados y la agricultura.		<b>NIVEL</b>	<b>Superior</b>
<b>ÍTEMS</b>		<b>NIVELES DE COMPLEJIDAD</b>		
		<b>SIEMPRE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>NUNCA</b>
<b>SISTÉMICAS</b>				
Los agricultores tienen capacitación sobre técnicas agrarias			X	
Los agricultores reciben apoyo técnico del estado			X	
Tienen conocimiento de la calidad de agua que usan.				X
Tienen conocimiento del contenido de suelo.				X
Han solicitado apoyo logístico a las autoridades.			X	
Los precios de sus productos están regulados			X	
Sus productos son aceptados en el mercado.			X	
Con la venta de sus productos alcanzan satisfacer la				X
<b>OBSERVACIONES</b>				

canasta básica				
Se encuentran organizados en cooperativas.		x		
Se encuentran satisfechos con su actividad agrícola.	x			
<b><i>INTERPERSONALES</i></b>				
Desean mejorar su nivel de vida	X			
Con sus productos pueden educar a sus hijos		x		
Gozan de buena salud.		x		
Tienen asistencia médica.	X			
Sus hijos estudian en su comunidad.	X			
Conservan las tradiciones ancestrales	X			
Festejan las festividades religiosas	X			
Festejan las festividades de su comunidad.	X			
Sus familias son unidas		x		
Practican la unidad conyugal.		x		
<b><i>INSTRUMENTALES</i></b>				
En el desarrollo de la investigación participan otros miembros	X			
Hago uso de la metodología científica en la investigación.	X			
Analizo y registro la información obtenida de una base	X			



de datos confiable.				
Analizo los temas en revistas especializadas o indexadas.	X			
Organizo estrategias de para la elaboración del estudio.	X			
Manejo instrumentos confiables que me ayudan a tomar datos.	X			
Los argumentos que sostengo los analizo previamente antes de compartir con mis asesores.		x		
Uso la bibliografía actualizada	x			
Dedico suficiente tiempo para desarrollar el estudio		X		
utilizo estrategias pertinentes para resolver los problemas habituales		x		
<b>TOTAL</b>	14	13	3	<b>30</b>

### OBSERVACIONES POR INDICADOR

#### SISTÉMICO

Ninguno

<b>INTERPERSONAL</b>  <b>Ninguno</b>
<b>INSTRUMENTAL</b>  <b>Ninguno</b>



---

Dr. Andrés Corcino Rojas Quinto

## ANEXO 06

## D.S N° 15-2015-MINAM

569076	NORMAS LEGALES	Sábado 19 de diciembre de 2015 / El Peruano
<b>PODER EJECUTIVO</b>		
<b>AMBIENTE</b>		
<b>Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación</b>		
<b>DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM</b>		
EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA		
CONSIDERANDO:		
Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;		
Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;		
Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley;		
Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como 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;		
Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la citada ley, dispone que en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;		
Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo; Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y, mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de dichos estándares;		
Que, las referencias nacionales e internacionales de toxicidad consideradas en la aprobación los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua han sido modificadas, tal como lo acreditan los estudios de investigación y guías internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Comunidad Europea, entre otros;		
Que, asimismo, el Ministerio del Ambiente ha recibido diversas propuestas de Instituciones públicas y privadas, con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N°		
002-2008-MINAM y precisar determinadas disposiciones contenidas en el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM;		
Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la presente propuesta ha sido sometida a consulta y participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios;		
De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.		
DECRETA:		
<b>Artículo 1.- Modificación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.</b>		
Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el Anexo de la presente norma.		
<b>Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas</b>		
Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.		
<b>Artículo 3.- ECA para Agua e Instrumentos de gestión ambiental.</b>		
3.1. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los Instrumentos de gestión ambiental		
3.2. Los titulares de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente		
<b>Artículo 4.- Excepción de aplicación de los ECA para Agua.</b>		
4.1. Las excepciones para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua previstas en el Artículo 7° de las disposiciones para su implementación aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM se aplican de forma independiente.		
4.2. El supuesto previsto en el literal b) del citado Artículo 7° constituye una excepción de carácter temporal que es aplicable para efectos del monitoreo de calidad ambiental y en el seguimiento de las obligaciones asumidas por el titular de la actividad.		
<b>Artículo 5.- Revisión de los ECA para Agua.</b>		
5.1. Conjuntamente con los límites máximos permisibles aplicables a una actividad, las entidades de fiscalización ambiental verifican la eficiencia del tratamiento de efluentes y las características ambientales particulares advertidas en los estudios de línea de base, o los niveles de fondo que caracterizan los cuerpos de agua dentro del área de influencia de la actividad sujeta a control.		
5.2. Dicha información se sistematiza y remite al Ministerio del Ambiente, de conformidad con el artículo 9 de las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobadas por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, para efectos de la revisión periódica del ECA para Agua.		
<b>Artículo 6.- Actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso</b>		
Para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de las Actividades en Curso se observa los siguientes procedimientos:		

## ANEXO 07

## FOTOGRAFÍAS

Medición del pH y temperatura de muestras del agua



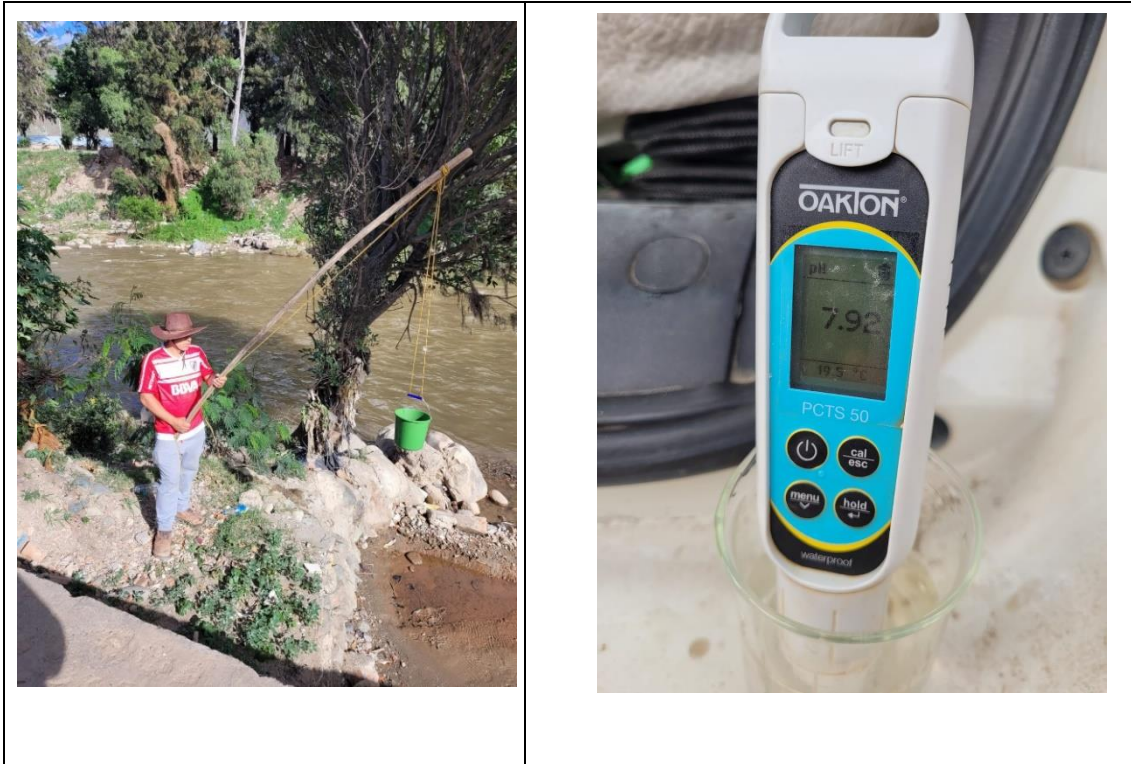
Recolectando muestras de agua



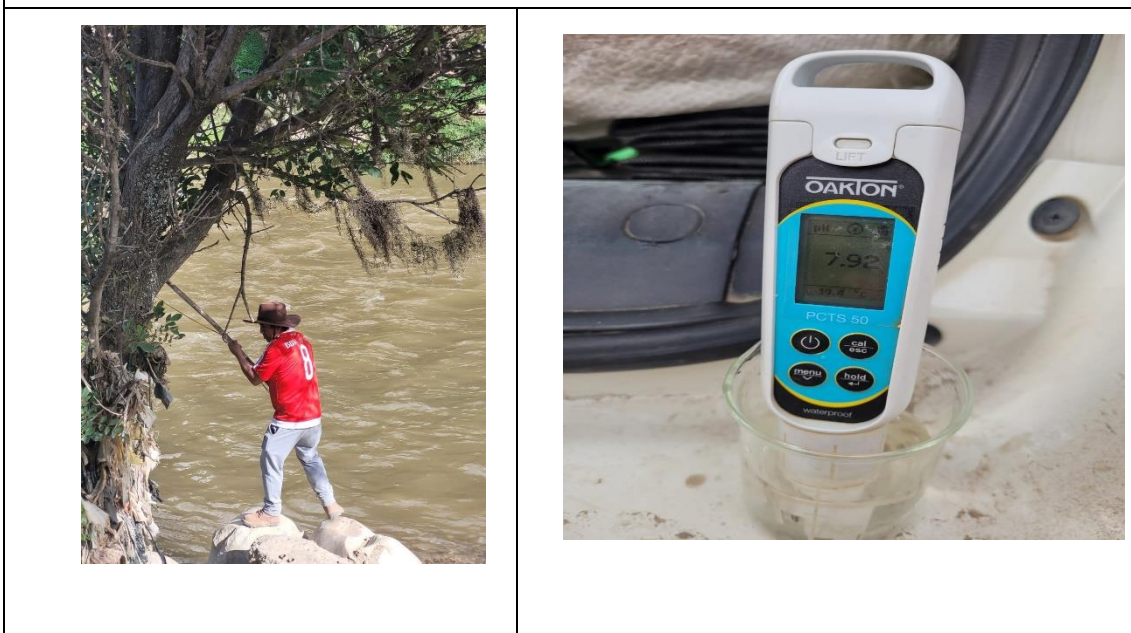
Recolectando muestras de agua y suelo



Recolectando muestras de agua



Recolectando muestras de agua del Río Huallaga



Afluente del Río San Rafael



Obtención de muestras de suelo en zona de Río Blanco



Obtención de muestras de suelo y agua del Río Huertas y Huallaga.



Obtención de muestra y medición de pH del agua.





## Equipos de laboratorio



## Equipos de disección y conservación en laboratorio.



## Campana de extracción.



## Equipo de absorción atómica.



## Reactivos y balanzas.



## NOTA BIOGRÁFICA



### **Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS**

Nació en el distrito de Sillapata, provincia de Dos de Mayo, región Huánuco. Cursó sus estudios de Primaria en la Escuela Primaria N° 421 y Estudios Secundarios en el Colegio Nacional de Varones “La Unión”. Es Ingeniero Agrónomo de profesión, egresado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco (Perú). Obtuvo el grado de Magister en Sistemas Ecológicos y Agropecuarios en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cursó Estudios de doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Actualmente es docente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela de Agronomía en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.



## ACTA DE DEFENSA DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado; siendo las **13:00h**, del día viernes **25 DE AGOSTO DE 2023**; el aspirante al **Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Don Manuel LLANOS ZEVALLOS**, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: **"CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRÍCOLAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN HUÁNUCO - 2022"** ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dr. Amancio Ricardo ROJAS COTRINA	Presidente
Dr. Fernando Jeremias GONZALES PARIONA	Secretario
Dr. Pedro David CORDOVA TRUJILLO	Vocal
Dr. Ruben Max ROJAS PORTAL	Vocal
Dr. Ewer PORTOCARRERO MERINO	Vocal

**Asesor (a) de tesis:** Dra. Agustina VALVERDE RODRIGUEZ (Resolución N° 01185-2022-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado.


Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación de la aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis **las observaciones** siguientes:


Obteniendo en consecuencia el Doctorando la Nota de DIECISEIS (16 )  
 Equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO  
 (Aprobado o desaprobado)

Los miembros del Jurado firman la presente **ACTA** en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las..... horas del 25 de agosto de 2023.

  
 .....  
**PRESIDENTE**  
 DNI N° 04025628

  
 .....  
**SECRETARIO**  
 DNI N° 22491216

  
 .....  
**VOCAL**  
 DNI N° 22465210

  
 .....  
**VOCAL**  
 DNI N° 06511922

  
 .....  
**VOCAL**  
 DNI N° 211930361

**Leyenda:**  
 19 a 20: Excelente  
 17 a 18: Muy Bueno  
 14 a 16: Bueno

(Resolución N° 03035-2023-UNHEVAL/EPG-D)



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN



ESCUELA DE POSGRADO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe:

**Dr. Amancio Ricardo Rojas Cotrina**

### HACE CONSTAR:

Que, la tesis titulada: **“CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRÍCOLAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN HUÁNUCO-2022”**, realizado por el Doctorando en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, **Manuel LLANOS ZEVALLOS**, cuenta con un **índice de similitud del 20%**, verificable en el Reporte de Originalidad del software Turnitin. Luego del análisis se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio; por lo expuesto, la Tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias, además de no superar el 20,0% establecido en el Art. 233° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado Modificado de la UNHEVAL (Resolución Consejo Universitario N° 0720-2021-UNHEVAL, del 29.NOV.2021).

Cayhuayna, 18 de agosto de 2023.



**Dr. Amancio Ricardo Rojas Cotrina**  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO**

NOMBRE DEL TRABAJO

**CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRÍCOLAS DE L ÁREA DE INFLUENCIA EN HUÁNUCO-2022**

AUTOR

**MANUEL LLANOS ZEVALLOS**

RECUENTO DE PALABRAS

**21227 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**116098 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**95 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 18, 2023 5:12 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 18, 2023 5:14 PM GMT-5**

### ● 20% de similitud general

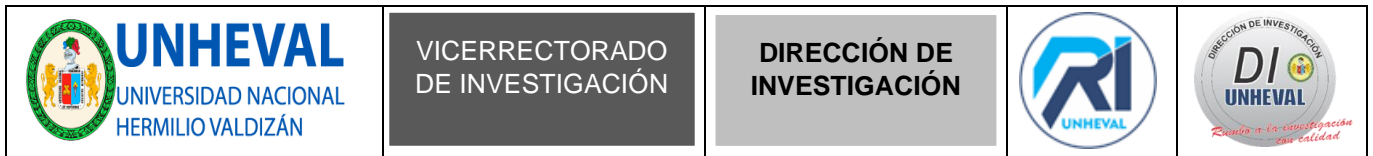
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)





## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado		Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	X
----------	--	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	---

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	
Escuela Profesional	
Carrera Profesional	
Grado que otorga	
Título que otorga	

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLOS SOSTENIBLE
Grado que otorga	DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	LLANOS ZEVALLOS MANUEL							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	917895614
Nro. de Documento:	22422511					Correo Electrónico:	mllanosz@undac.edu.pe	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO					
Apellidos y Nombres:	VALVERDE RODRIGUEZ AGUSTINA			ORCID ID:	0000-0003-1522-4827			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	43730740

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	ROJAS COTRINA AMANCIO RICARDO
Secretario:	GONZALES PARIONA FERNANDO JEREMIAS
Vocal:	CORDOVA TRUJILLO PEDRO DAVID
Vocal:	ROJAS PORTAL RUBEN MAX
Vocal:	PORTOCARRERO MERINO EWER
Accesitario	




**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el <b>Acta de Sustentación</b> )
CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS DE LA MICROCUENCA DE RIO ALTO HUALLAGA Y SUELOS AGRÍCOLAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN HUÁNUCO -2022
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en <b>SUNEDU</b> )
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

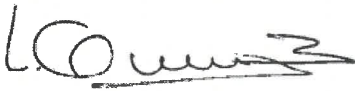

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el <b>Acta de Sustentación</b> )			2023			
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención		
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos		
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)			
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)						
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)			
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:			
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	NO	X
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>						

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:			
Apellidos y Nombres:	LLANOS ZEVALLOS MANUEL		Huella Digital
DNI:	22422511		
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Firma:			
Apellidos y Nombres:			Huella Digital
DNI:			
Fecha: 10/10/2023			

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.