



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Características hidráulicas y la concentración de plomo en agua
y sedimentos en el río Suches- frontera Perú – Bolivia– 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTOR:

Ponce Sucapuca, Patricia (ORCID: 0000-0001-7802-0878)

ASESOR:

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres, Matilde y Alberto, por ser mi guía, soporte y fuente de amor en mi vida.

A mis hermanos Tatiana, Verenize y Mauricio, que, con su alegría y ese incondicional amor de hermanos, me impulsan a seguir adelante.

A Gianfranco, mi compañero de vida, por brindarme su cariño y paciencia en todo el proceso de este trabajo.

A mi hijo Rafael, porque con solo una sonrisa, se convierte en mi más grande motivación para luchar por mis sueños.

A todos ellos, con mucho cariño, quienes formaron parte de este logro.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza para continuar con mis proyectos de vida.

A la Universidad Cesar Vallejo, por permitirme ser parte de su casa de estudios, así mismo, brindarme las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo.

Al Dr. Julio Ordoñez por su esfuerzo, dedicación, quien me ha brindado sus consejos y conocimientos necesarios durante el desarrollo de esta tesis.

A mis padres, por su tiempo, cariño y esfuerzo que invirtieron en mí, para un buen desarrollo educativo.

A mis hermanos, por alentarme y apoyarme durante todo el proceso de este trabajo.

A Gianfranco y Rafael, por ser mi alegría y mi fuerza en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
I. MARCO TEÓRICO	12
II. METODOLOGÍA	17
2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	17
2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	17
2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTRE O.....	18
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	19
2.5 PROCEDIMIENTO DE LA OBTENCIÓN DE DATOS.....	20
2.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	25
2.7 ASPECTOS ÉTICOS	26
III. RESULTADOS.....	27
IV. DISCUSIONES	44
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos de recolección de datos.....	19
Tabla 2. Promedio de la validación de instrumento	19
Tabla 3. Puntos de muestreo.....	20
Tabla 4. Velocidad media en los tramos	27
Tabla 5. Área transversal total del tramo A.....	28
Tabla 6. Área transversal total del tramo B.....	28
Tabla 7. Área transversal total del tramo C.....	29
Tabla 8. Caudal en los tramos.....	30
Tabla 9. Resultado de análisis de plomo en sedimento	31
Tabla 10. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo A – B.....	33
Tabla 11. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo B – C.....	33
Tabla 12. Resultado de análisis de plomo en agua	34
Tabla 13. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo A – B.....	36
Tabla 14. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo B – C.....	36
Tabla 15. Correlación y grado de significancia entre concentración de plomo en agua y características hidráulicas.....	36
Tabla 16. Correlación y grado de significancia entre concentración de plomo en sedimentos y características hidráulicas.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flotador para calcular el caudal	22
Figura 2. Tramo de longitud	22
Figura 3. Medición de la velocidad.....	23
Figura 4. Valores de plomo en sedimentos	31
Figura 5. Valores de plomo en agua	35
Figura 6. Correlación entre velocidad y concentración de plomo en agua..	37
Figura 7. Correlación entre caudal y concentración de plomo en agua	38
Figura 8. Correlación entre el Área Transversal Total.....	39
Figura 9. Correlación entre velocidad y concentración de plomo en sedimentos.....	41
Figura 10. Correlación entre caudal y concentración de plomo en sedimentos	42
Figura 11. Correlación entre Área Transversal Total y concentración de plomo en sedimentos.....	43

RESUMEN

El río Suches se encuentra localizada entre (Perú y Bolivia), a su vez la extracción de minerales es el principal potencial contaminante del cauce del río. Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú - Bolivia. Se determinaron las características hidráulicas del río (Velocidad, Caudal y Área) y la concentración del plomo (Pb) en agua y sedimentos, se tomó 3 puntos (A, B, C) . Donde se obtuvieron como resultados, respecto a las características, la velocidad media en los tramos AB y BC los valores fluctúa entre 0.77 – 1.10 m/s. Para el área transversal, en los tramos A, B y C los valores se encuentran con 7.56, 5.13 y 4.96 m². Para el caudal, en los tramos AB y BC se determinó un caudal de 5.8 m³/s. Así mismo respecto a la variabilidad de plomo en sedimento, se determinó que existe 11 % y 16 % de variabilidad, tanto para el tramo AB y BC, mientras que la variabilidad de plomo en agua es de 1% y 4 %, tanto en el tramo AB y BC, concluyendo que la concentración de plomo en agua y sedimento sobrepasan las normativas nacionales e internacionales, así mismo , si la velocidad aumenta, habrá una disminución en el área transversal total, por ende, una menor concentración de plomo en agua y una mayor concentración de plomo en sedimentos, esto debido a un aumento de arrastre o transporte de sedimentos, y una mayor dilución, Finalmente, respecto la distribución de plomo en agua se indica que existe una correlación inversa entre velocidad media y plomo en agua en una correlación de Pearson.

Palabras claves: Agua, Plomo, Sedimento, Variabilidad.

ABSTRACT

The Suches river is located between (Peru and Bolivia), in turn the extraction of minerals is the main polluting potential of the river bed. Therefore, the present research aimed to evaluate the relationship between hydraulic characteristics and lead concentrations in water and sediments of the river Suches border Peru - Bolivia. The hydraulic characteristics of the river (Velocity, Flow and Area) and the concentration of lead (Pb) in water and sediments were determined, 3 points (A, B, C) were taken. Where the results were obtained, with respect to the characteristics, the average speed in the sections AB and BC fluctuates between 0.77 - 1.10 m/s. For the cross-sectional area, in sections A, B and C the values are 7.56, 5.13 and 4.96 m². For the flow rate, in sections AB and BC a flow rate of 5.8 m³/s was determined. Likewise with respect to the variability of lead in sediment, it was determined that there is 11 % and 16 % variability, both for tranche AB and BC, while the variability of lead in water is 1% and 4%, both in tranche AB and BC, concluding that the concentration of lead in water and sediment exceeds national and international regulations, likewise , if the speed increases, there will be a decrease in the total cross-sectional area, therefore a lower concentration of lead in water and a higher concentration of lead in sediments, this due to an increase in sediment transport or drag, and a higher dilution, Finally, regarding the distribution of lead in water, it is indicated that there is an inverse correlation between mean velocity and lead in water in a Pearson correlation.

Keywords: Water, Lead, Sediment, Variability.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años los recursos naturales han tenido un proceso de degradación acelerada. En nuestro país, es una realidad que la calidad y disponibilidad del recurso hídrico es uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la humanidad. (FAO,OMS, 2019). Esto se da a causa de los vertimientos directos de aguas residuales sin previa depuración además de otras actividades industriales, siendo una práctica que pone en riesgo la vida de todos los ecosistemas. (LARIOS, y otros, 2015)

Se considera como los principales agentes contaminantes al plomo, mercurio, cobre, cianuro, hierro, aluminio, arsénico, magnesio, manganeso. Incluyendo los metales pesados, el ácido sulfúrico y el dióxido de azufre; adicionando el crecimiento poblacional en el área de influencia como lo son las actividades productivas como la minería.

Se menciona como un importante agente contaminante al plomo (Pb) generando un gran impacto en los recursos suelo, agua y atmósfera, su uso está relacionado con las industrias químicas, industria de cerámica y polvo, agricultura mediante los agroquímicos, estaciones de servicios a través de los aditivos antidetonantes, entre otros.

CÓRDOVA & ZAMBRANO (2020) manifiestan que el plomo es muy persistente en el ambiente, indicando que este metal, tiende a transformarse a través de procesos biogeoquímicos. Asimismo, el plomo es un metal tóxico que puede dañar la salud humana, incluso en niveles de baja exposición y también causa una afectación de manera general a toda la cadena trófica y la productividad de todo el ecosistema. (EPA, 2016)

En nuestra región de Puno, el OEFA, confirmó que la contaminación de los ríos son un hecho, y estos en su mayoría son causados por la minería, teniendo como contaminante principal a los metales pesados que se emiten durante el proceso de extracción del mineral. Entre ellos, se menciona el plomo como un contaminante de carácter altamente toxico, aludiendo que las actividades antropogénicas como la industria, la minería y la fundición son responsables de su presencia en el ambiente. (QUISPE, 2017). Produciendo riesgos a la salud humana, trastorno ambiental y riesgo de la desaparición de la flora y fauna en las aguas del rio suches por la extracción de minerales (MAMANI, 2017).

Teniendo en cuenta que, el río Suches localizado entre la frontera de Perú y Bolivia, tributa sus aguas a la vertiente del Lago Titicaca; es importante considerar que una de las actividades informales que se viene desarrollando en el país boliviano es la actividad minera, generando la contaminación de los cuerpos de agua, a causa de los relaves mineros que afectan la cuenca del río Suches, afectando al desarrollo de las actividades pecuarias.

Es una realidad que, en el área de estudio la minería informal arraiga la polución por metales pesados como el plomo (Pb) y otros, considerados como contaminantes tóxicos para el biotopo (agua, aire, suelos), biocenosis (flora y fauna), y la salud. Los factores antropogénicos (actividades productivas) y naturales (fenómenos naturales, variables meteorológicas) desarrollados a lo largo de la cuenca Suches, influyen en la calidad de las masas de agua lóxicas (ríos) y léxicas (lagos, lagunas). La cuenca del río Suches ha sido impactada negativamente por la minería aurífera desarrollada en el país boliviano y peruano, reflejado en el deterioro de la calidad del agua y sedimentos del río Suches; alterando las características físicas, químicas y biológicas, disminuyendo la calidad del mismo y poniendo en riesgo las especies acuáticas.

Considerando la realidad situacional, se propuso el siguiente problema general: ¿Cuál es la relación entre la característica hidráulica y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia? Así mismo se plantearon las siguientes interrogantes específicas: ¿Cuáles son las características hidráulicas en los tramos AB y BC en el río Suches frontera Perú – Bolivia?, ¿Cuál es la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos del cauce del río Suches, frontera Perú – Bolivia?, ¿Cuál es la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en el agua del río Suches, frontera Perú – Bolivia? y ¿Cómo se distribuye la concentración de plomo en agua y sedimentos con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia?

El estudio se justifica a nivel teórico, porque aporta los conocimientos sobre la relación entre las características hidráulicas del río Suches y las concentraciones de plomo en sedimentos y agua. A su vez, se justifica a nivel práctico por ser un estudio de características replicables. Se justifica a nivel ambiental, puesto que se utilizan técnicas que no generan impactos negativos, y los resultados permiten la

planeación de alternativas sostenibles y eco amigables para tratar las aguas superficiales. A su vez genera un aporte social, pues al ser una cuenca corriente endorreica del Lago Titicaca permite prevenir la contaminación e impactos se extensivos en esta unidad hidrográfica.

A fin de evaluar la relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia, el presente estudio se planteó como objetivo general: Evaluar la relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia, así mismo se planteó los objetivos específicos:

Evaluar las características hidráulicas en los tramos AB y BC en el río suches frontera Perú – Bolivia, Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos del cauce del río Suches, frontera Perú – Bolivia, Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en el agua del río Suches, frontera Perú – Bolivia y Determinar la distribución de la concentración de plomo en agua y sedimentos con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia. Teniendo los así los objetivos planteados se ha propuesto las siguiente hipótesis general: La relación entre la características hidráulicas y las concentraciones de plomo es significativa en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia, así mismo se planteó la hipótesis específicas: Las características hidráulicas en los tramos AB y BC es significativa en el río suches frontera Perú – Bolivia, La variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos es moderada en el río Suches, frontera Perú – Bolivia, La variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en agua es baja en el río Suches, frontera Perú – Bolivia y La distribución de plomo en agua y sedimentos tiene una relación significativa con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia.

II. MARCO TEÓRICO

A fin de implementar el entendimiento del tema y poder generar las discusiones, mediante la comparación de resultados. Se considera los siguientes antecedentes internacionales, nacionales y locales:

CABRERA & LEAL (2018) consideraron el historial de inundaciones provocadas por el río Grijalva y los costos que demanda en cuanto a infraestructuras de control de desastres por inundaciones, propusieron y diseñaron un canal de dragado con una longitud de 4.3 Km a fin de incrementar la capacidad de conducción y construir plataformas de seguridad. En el estudio se describe los trabajos desarrollados, los criterios y diseños del canal, ubicación, entre otros. Como resultado se presenta que un incremento importante en el área con un valor de 817.15 m² desencadena en el aumento de la capacidad de conducción en un 20.32 % por ende se incrementa la velocidad. Se menciona también que, en épocas de estiaje el caudal tiende a disminuir y en épocas de abundancia la tendencia es a incrementarse. Cuando los niveles de agua se incrementan el flujo es acelerado y las velocidades son mayores, y cuando las aguas descienden se desacelera el flujo por consiguiente se reduce la velocidad.

LAINO & BELLO (2015) evaluaron el contenido de metales (Cu, Cd, Cr, Pb, As, Ni, Hg y Zn) en agua y sedimentos en época de lluvias y en época seca, esta investigación lo desarrollaron en la cuenca de los ríos Xelajú y Bacantón, y las subcuencas de los ríos Allende, Buenos Aires, Molino y Carrizal. Los resultados indicaron que la concentración de Hg sobrepasa los límites máximos permisibles de ambas normas y niveles de referencia en ambas épocas. Pero las concentraciones de Cr, Cu, Ni, As, Cd, Zn y Pb fueron mínimas y no sobrepasaron los Límites máximos permisibles (LMP) en la norma mexicana.

SOLTERO & ALVA (2013), evaluaron la concentración de metales pesados en agua y mercurio en sedimentos del río Nanay, para ello realizaron muestreo iniciando desde el caserío Libertad, hasta la desembocadura, durante las épocas de creciente y vaciante, encontrando como resultado que los parámetros plomo y mercurio se mantuvieron dentro de los límites establecidos por las normas nacionales. De los cuales el plomo presentó un promedio de 0,111 ppm en época de creciente y 0,053 ppm en época de vaciante, se indica un valor de 0,008 ppm

para mercurio en época vaciante, pero se indica un valor alto en los sedimentos con 1,636 ppm y 3,03 ppm respectivamente.

SANCHEZ, (2019) determinó los niveles de metales pesados en los efluentes del río Osmore en época de avenida y estiaje en la región de Moquegua, el estudio se desarrolló en una zona de influencia de extracción de minerales, estableciendo 6 puntos de monitoreo. Los resultados indican concentraciones bajas de Aluminio (3.73 mg/L a 0.0565 mg/L), en cuanto al Plomo (0.00172 mg/L a < 0.00025 mg/L) mantuvo valores bajos en época de estiaje y en avenida presenta un ligero ascenso de concentración, en condiciones de características hidráulicas de estiaje y avenida presenta variación alta de concentración de plomo en agua en el tramo A – B y variación baja en el tramo B – C, además de ello los valores de plomo en agua van disminuyendo debido a la reducción del caudal permitiendo la precipitación y acumulación de plomo en sedimentos, en cuanto al Estroncio (1.06 mg/L a 0.215 mg/L) durante el estiaje; mientras que en época de avenida, el aluminio superó el ECA para agua 2017 (28.2 mg/L) siendo aproximadamente 600% mayor al estándar nacional, siendo perjudicial para la flora y fauna de la cuenca.

QUISPE (2017) determinó la concentración de metales pesados: Cromo, Cadmio y Plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú, para ello evaluó la contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos, entre otros. Se determinó cinco puntos de monitoreo. El rango de concentraciones mínimo y máximo hallado fue de 4.10 mg/kg Cr, 0.10 mg/kg Cd, y 3.75 mg/kg Pb, y 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd, y 16.50 mg/kg Pb, respectivamente. Algunos valores mínimos hallados superan los mínimos aceptables establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. La variación de concentración de plomo en sedimento en el primer tramo es alta y en el segundo tramo es moderada. En época de avenida la concentración media de plomo fue de 11.84 mg/kg, y en época de estiaje la concentración media de plomo fue de 6.67 mg/kg.

MEJÍA (2016), evaluó los metales pesados: Arsénico (As), Cromo (Cr), Cianuro (CN), Cadmio (Cd) y Mercurio (Hg) en su forma libre, presentes en aguas superficiales del río Zaña, durante noviembre 2014 a enero 2015, ante condiciones de precipitación pluvial nula. Llegando a obtener como resultados que los contaminantes más resaltantes son el cadmio, cromo, arsénico y mercurio, a pesar de ello, la concentración no excede los límites establecidos en ECA-aguas - Cat. 4.

Mientras MULLISACA (2013) evaluó el contenido de Mercurio en Agua y Sedimentos en el río Azángaro, indicando un valor de 0,00020 mg/L de mercurio, valor que se encuentra por debajo de lo establecido en los ECA para agua interpretándose que el mercurio en su forma elemental no es estable en solución acuosa tendiendo a precipitar y formando sedimentos, puesto que, en sedimentos se encuentra una concentración de 1,5 mg/Kg, valor muy superior a lo establecido en la USEPA.

Así mismo Cornejo & Pacheco (2014) determinaron la contaminación de aguas y sedimentos por presencia de Pb, As y Hg en la cuenca del río Ramis. Como resultado obtuvieron que, las concentraciones los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, que indica para arsénico un máx. 0.080mg/L; y para plomo un máx. 0.076mg/L. respecto a sedimentos se encontraron concentraciones que sobrepasan los límites permitidos (USEPA-USA): para arsénico un máx. 152mg/Kg, para mercurio un máx. 0.140mg/Kg y para plomo un máx. 55mg/Kg. Aduciendo que las elevadas concentraciones son producto del uso de mercurio para la actividad minera de La Rinconada y Ananea, cuya elevada generación de sólidos en suspensión es la causante de sedimentos superficiales.

APAZA (2016) ejecutó su estudio limitándose a un tramo del inicio, centro y final de la zona de estudio, indicando que la presencia de mercurio en agua es un indicador de una leve contaminación, generalmente se presenta con valores por debajo de los límites permisibles y por debajo del límite de detección (0.0002 ug/L). A pesar de ello surge efecto en la ictiofauna. En cuanto a los sedimentos, las concentraciones de mercurio son mínimas; sin embargo, la tendencia espacial nos muestra una relación inversa entre las concentraciones de mercurio y la pendiente. Respecto al análisis de varianza se identificó que existe una diferencia altamente significativa, con una probabilidad menor que $\alpha = 0.05$, por lo tanto, en el estudio se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, procediendo a realizar la prueba de Tukey.

AUCCAHUASI (2015) en su estudio determinó que mientras la ubicación de estación de muestreo se ubicaba aguas abajo, los valores de conductividad eléctrica y turbidez iban disminuyendo, sin embargo, el oxígeno disuelto aumentó su concentración aguas abajo. No se logró detectar aceites y grasas; y la concentración de fosfatos totales y nitratos no sobrepasan el ECA; mientras el Hg

superó el ECA, en las estaciones 1 y 2. A nivel de sedimentos, el Cr, Zn, Cd y Pb se encontraron dentro de los valores referenciales de la USEPA. Los valores referenciales comparados con USEPA las concentraciones de Fe y Mn para todos los puntos de estudio, sobrepasan el valor referencial según la USEPA. Mientras la concentración de Cu, no sobrepasa. Respecto a Hg y As estuvieron por debajo del valor ERL según la USEPA.

El agua es contaminada de manera antropogénica y natural, siendo el hombre el factor más resaltante de la alteración del medio ambiente. Los metales como el As, Al, Cu, Hg, Pb, entre otros son considerados como los elementos más tóxicos, estos tienen como origen natural el proceso litogénico, el cual es generado por erosión, lluvias, entre otras; pero, actualmente se puede responsabilizar a la actividad humana del mayor aporte de estos contaminantes mediante la minería, industrias, doméstico que aportan metales pesados en los cuerpos edáficos e hídricos (ORTIZ, 2018)

El plomo que contamina el agua tiene procedencia natural y antropogénica. Encontrándose en la corteza terrestre en pequeñas cantidades y son las actividades humanas quienes generan gran cantidad de este componente siendo emitido en forma gaseosa y líquida sin control ni tratamiento adecuado. El plomo al ingresar a un cuerpo de agua por vía natural o antropogénica queda disponible en el cuerpo hídrico. Su presencia impacta en la salud de todo ser vivo. Siendo los más vulnerables los niños, asimilando mayor cantidad de plomo al ser, en comparación de un adulto en un 5 a 10 veces más. El plomo al bioacumularse, puede traer consigo efectos en el proceso de gestación, daños cerebro y sistema nervioso, desarrollo de capacidades psicomotoras pudiendo provocar la muerte. (CÓRDOVA, y otros, 2020)

Una de las fuentes que genera la presencia de plomo en agua o sedimentos es la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera, así como el agua residual de industrias que manejan plomo: industrias de hierro y acero, también se menciona el agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales. Siendo posible encontrarlo en el suelo, muy cerca de caminos, casas, huertos frutales viejos, áreas de minería, sitios de desechos peligrosos, entre otros. (QUISPE, 2017).

CALSIN (2020) define como sedimento aquel particular con mayor peso que el agua, estas partículas se encuentran suspendidas en el agua, de las cuales estas pueden ser removidas por la acción de la gravedad. La presencia de sedimentos en las riberas de los ríos resulta esencial para los organismos autótrofos y heterótrofos de las cuales sirven para el metabolismo de estas.

HERNÁNDEZ (2013) indicó que los sedimentos, son componentes considerables en el medio acuático, ya que cumplen roles sustanciales de la biodiversidad; así mismo debido a la vulnerabilidad del medio ambiente puede convertirse en portador y fuente contaminante, como ocurre con los metales que se incorporan al agua, pudiendo afectar la composición química de este medio. Entonces al realizar análisis cuantitativos en los sedimentos, se puede determinar otro medio de contaminación que en un análisis de agua no se logra identificar.

Los sedimentos son un lugar evidente, donde se produce un gran número de procesos biológicos y físico-químicos que conducen a la disolución, movilización y al depósito de los metales pesados. El plomo al entrar en contacto con un cuerpo ya sea de origen natural o antropogénico, por su movilidad y tiempo tiende a acumularse depositándose en el fondo del cauce quedando retenidos en los sedimentos. Es frecuente encontrar sedimentos en cuerpos acuáticos, para los metales pesados como es el plomo es posible encontrarlos en altas concentraciones por lo cual son los depósitos preferidos, cuando éstos se encuentran como contaminantes en el agua (CÓRDOVA, y otros, 2020).

Se menciona que el plomo puede ser removido del aire a través de la lluvia, así como por partículas que caen al suelo o a las aguas superficiales, adhiriéndose a partículas en el suelo y permaneciendo en la capa superior del mismo. Posteriormente, por acción de la lluvia estos pueden moverse hacia las masas de agua como ríos, lagos y arroyos, pudiendo estar adherido por muchos años. La movilización del plomo en el suelo dependerá del tipo de sal de plomo y de las características físicas y químicas del suelo (QUISPE, 2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque durante el estudio se realizó distinciones tales como “saber y hacer”, “conocimiento y práctica”, mediante las tomas de decisiones (VARGAS, 2016).

HERNÁNDEZ & FERNÁNDEZ (2010) menciona que la investigación no experimental es aquella que se desarrolla sin manipulación deliberada de alguna de las variables, definiendo así a los estudios que presentan carencia de la variación provocada de las variables independientes y su respuesta en las dependientes. Por lo cual el presente trabajo viene a hacer no experimental, ya que no se manipulará deliberadamente la variable independiente y no tendrá la intervención del investigador.

3.2. Variables y operacionalización

- **Variables**

V1: Características hidráulicas

V2: Concentración de plomo en agua y sedimento.

- **Definición conceptual** : Describe la geometría hidráulica de un tramo de río, donde se expresa a través de un conjunto de ecuaciones, de las cuales nos muestra de manera global la forma y tamaño del cauce (representados a través del ancho B y profundidad H de la sección transversal y la pendiente longitudinal S, en función del caudal dominante Q. Es decir (CARRANZA, 2007)
- **Definición operacional**: Las características hidráulicas se determinarán mediante las mediciones, donde se aplicará el método flotador, para determinar las características.
- **Indicadores** : Área (profundidad y longitud transversal); velocidad (tiempo y distancia); caudal (área y velocidad); concentración de plomo; variación de plomo en agua y sedimento; correlación entre plomo y características hidráulicas.
- **Escala de medición**: m^2 ; m/s ; mg/

3.3. Población, muestra y muestreo

La población es el conjunto de elementos, individuos u objetos que comparten características en común y cuyas propiedades son objeto de análisis. Se muestra con la letra (N). (HERNÁNDEZ, y otros, 2014) . La población del estudio fue el río suches, (cabecera de la laguna suches hasta la intersección del río Japocollo con suches). Siendo el elemento de interés puesto que, la actividad principal en esta zona es la minería formal e informal y la ganadería, indicando parcialmente la presencia de agua contaminada por plomo. (SUCSO, 2020).

La muestra viene a ser un subgrupo o subconjunto de elementos que pertenecen a una población. Teniendo en cuenta que en pocas ocasiones es posible medir a la población, se procede convenientemente a extraer una muestra representativa que debe ser un fiel reflejo de la población. En el presente estudio se consideró 3 puntos de monitoreo, tanto para la conocer las características hidráulicas, y la obtención de agua y sedimentos: Cabecera de la laguna Suches, río Suches/ río Japocollo y río Suches. El trabajo de investigación estuvo basado en un método de muestreo no probabilístico por conveniencia. No probabilístico porque es una técnica que nos permitió seleccionar la muestra por un criterio preestablecido. Y por conveniencia, porque se escogió la muestra más conveniente para el caso. El muestreo se realizó basado en la guía Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos (ANA, 2016).

El muestreo se realizó en el río suches, perteneciente a la provincia de San Antonio de Putina, aguas arriba, aguas abajo y en el intermedio.

Punto de monitoreo aguas arriba: a una distancia suficientemente, para asegurar que no influya en las características naturales de cuerpo de agua, a una distancia de 50 a 100 m de acuerdo con la accesibilidad y otros componentes que alteren el recurso hídrico en estudio. Punto de monitoreo intermedio: el punto de muestreo intermedio se ubicó de acuerdo con la distancia a los puntos de monitoreo (aguas arriba) y (aguas abajo).

Punto de monitoreo aguas abajo: se ubicó este punto de monitoreo a una distancia de 100 a 500 m de acuerdo con la accesibilidad, caudal, capacidad de depuración de recurso y otros componentes que alteren sus características naturales del recurso hídrico en estudio.

La unidad de análisis o muestral, indica quienes van a ser medidos o los participantes, a quienes aplicamos los instrumentos de medición. (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). Siendo 3 para agua y 3 para sedimento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández & Fernández (2010) las técnicas de estudio incluyen (Encuesta, Entrevista, Observación o análisis documental) e materiales de recolección de datos (guía de entrevista, cuestionario, guía de observación de campo o ficha de investigación); así mismo, si es necesario, se precisa la validez y confiabilidad de los instrumentos, observar tabla 2 .

Por lo tanto, la presente investigación se aplicó la técnica observacional o análisis documental, donde se generó la ficha de recolección de datos .Ver tabla 1, donde se recopiló la data de las características hidráulicas y la concentración de plomo en agua y sedimento.

Tabla 1. Instrumentos de recolección de datos

Nº	Nombre de instrumento	Variable
01	Ficha de recolección de datos	Características hidráulicas. Concentración de plomo en agua y sedimento.

Tabla 2. Promedio de la validación de instrumento

Apellidos y Nombres	Especialidad	Nº CIP / DNI	Promedio de valoración
Dr. Ing. Ordoñez Gálvez Juan Julio	Hidrólogo Ambiental	08447308	90 %
Dr. Benites Alfaro Elmer	Docente investigador	71998	80 %

3.5. Procedimiento de la obtención de datos

Establecimiento de los puntos de muestreo

Para el establecimiento de puntos de muestreo se tomaron en cuenta varios criterios ya establecidos por la guía Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos (ANA, 2016). Estableciendo 3 puntos de monitoreo en zonas estratégicas donde existen mayores índices de actividades productivas y fuentes puntuales de contaminación.

En la presente investigación se evaluó la concentración de plomo en agua y sedimentos del río Suches de la provincia de San Antonio de Putina, realizando el muestreo en tres (03) puntos para agua y tres (03) puntos para sedimentos, a continuación, **ver tabla 3.**

Tabla 3. Puntos de muestreo

N°	Código		Nombre de muestra	Zona/ Dist. / Prov. / Depart.	Coordenadas	
	Agua	Sedimento			X	Y
1	ARS-P1	SRS-P1	Punto 1 Cabecera de la laguna Suches	Cabecera de la laguna Suches/ Ananea/ Huancane/ Puno	477334	8369663
2	ARS-P2	SRS-P2	Punto 2 Río Suches/ Japocollo	Río Japocollo/ Cojate/ Huancané/ Puno	460160	8349894
3	ARS-P3	SRS-P3	Punto 3 Río Suches	Río Suches/ Cojate/ Huancané/ Puno	460111	8343519

- ARS: Agua del río Suches. P1, P2, P3: punto 1, punto 2, punto 3.

- SRS: Sedimentos del río Suches. P1, P2, P3: punto 1, punto 2, punto 3.

Materiales de campo

- Ácido nítrico al 1%
- Recipientes de polietileno de alta densidad
- Lampa
- Cooler

- Equipo de protección personal
- Etiquetas (anexo 2)
- Cadena de custodia (anexo 3)

Materiales de Laboratorio

- Termómetro
- Muestra de agua
- Muestra de sedimentos

Metodología de Campo

La ANA (2016), mediante el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales mediante la R.J. N° 010-2016-ANA, nos asegura la calidad del monitoreo.

Para el muestreo, previamente se aseguró que los recipientes de polietileno de alta densidad sean lavados con ácido nítrico al 1 % como lo indica el protocolo de muestreo, procediendo, a tomar las muestras, y posteriormente, se adicionará ácido nítrico al 1% en la muestra para su conservación. Finalmente, los envases de las muestras fueron sellados herméticamente, y rotulados y acompañados de la cadena de custodia para su transporte. Posterior a ello se determinó el caudal del río Suches.

Método del flotador

Este método, fue utilizado para medir el caudal. Para determinar la relación caudal-altura en punto estático a lo largo del curso de agua superficial, de las cuales se usa un aforador en una serie de condiciones, para determinar el caudal bajo, medio y alto.

Preparación de un flotador

El flotador que se utilizó en la presente investigación fue una pelota de Tecnopor de 3 pulgadas aproximadamente para que flote con su parte superior justo encima de la superficie del río (**Figura 1**).

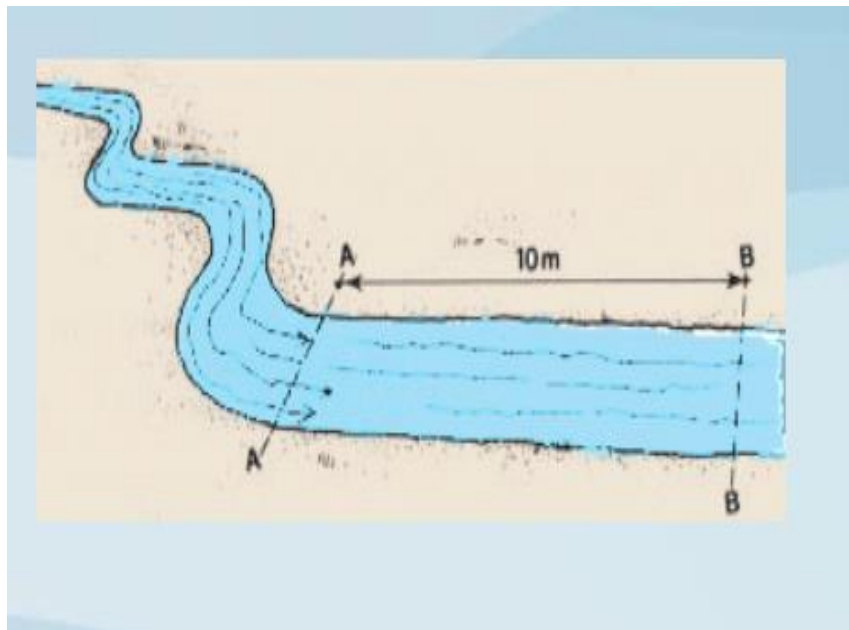


Fuente: FAO, (2020)

Figura 1. Flotador para calcular el caudal

Lugar de medición

Para determinar el lugar de medición se señaló el tramo de AA a BB a lo largo del río, se tomó un tramo recto. El lugar debe encontrarse tranquila y sin presencia de plantas acuáticas, para facilitar el movimiento del flotador, tal como se observa en la **Figura 2**.



Fuente. FAO, (2020)

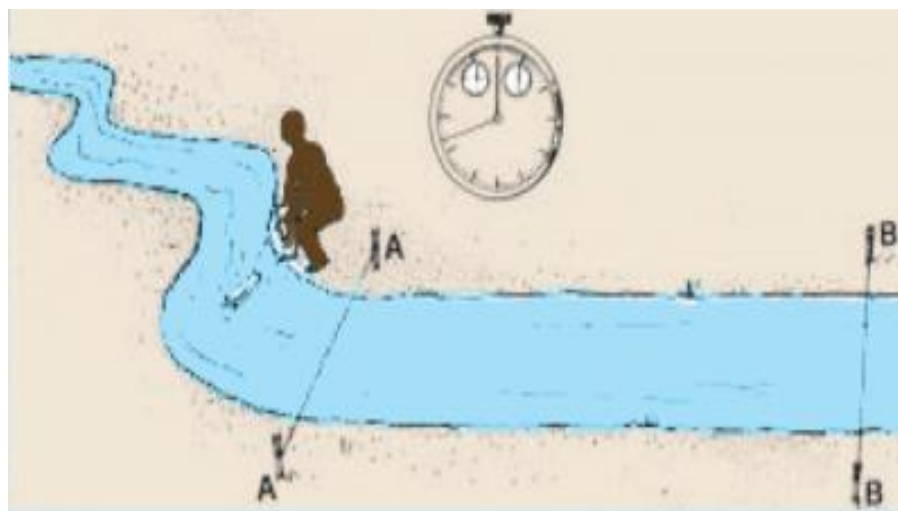
Figura 2. Tramo de longitud

Medición de la velocidad:

- Se seleccionó un tramo homogéneo.
- Se estimó una longitud adecuada que represento el espacio recorrido por el flotador, donde la distancia fue de 30 m, teniendo en cuenta el caudal y tamaño del curso.
- Se inició con el lanzamiento del flotador al inicio del tramo seleccionado.
- Se estimó el tiempo de utilización para el trabajo del flotador.
- Se realizó diversas mediciones para descartar los valores errados que permitió obtener un valor constante.

Medición de la sección transversal (A)

- Se extendió una cinta métrica entre ambas orillas para medir el ancho del río (**Figura 3**).



Fuente. FAO, (2020)

Figura 3. Medición de la velocidad

- Para medir las profundidades a lo largo del río se tomó como referencia la cuerda. La distancia se realizó en función a la medida del cuerpo de agua y con una variación de ancho de 20 m a más.
- Calcular el área A_x de cada segmento:

$$A_x = b_x * h_x \quad (1)$$

Donde:

b_x = Es el ancho del segmento

h_x = Es la altura del segmento (distancia del espejo de agua al fondo del cauce en el eje central del segmento)

- Estimar el área de la sección transversal con:

$$A_{tot} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_x \quad (2)$$

Medición del caudal:

El cálculo del caudal se realizó al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la obtenida (V)

$$Q = V \times A \quad (3)$$

Muestreo de plomo en agua

Las muestras de agua se recolectaron en 3 puntos estratégicos del río Suches. Las muestras de agua se recolectaron en envases de vidrio con capacidad de 500 ml, lavados previamente en el laboratorio con ácido nítrico al 1% de acuerdo al protocolo de muestreo, con su respectivo rotulo cada muestra con su respectiva nomenclatura (fecha, hora, punto de muestreo y lugar de ubicación) para luego ubicarlas en un cooler donde se mantuvo una temperatura de 4°C, para su posterior transporte al laboratorio. Posterior a la toma de muestra se adicionaron ácido nítrico al 1% para evitar el intercambio de iones y precipitación de hidróxidos.

Muestreo de plomo en sedimentos

En vista que la normativa peruana no establece protocolo para muestreo de sedimentos en aguas superficiales, se trabajó con el procedimiento

para el muestreo de sedimentos de Colombia y la metodología aplicada en el estudio elaborado por (MULLISACA, 2013) y se compararon los resultados con los límites establecidos por USA (USEPA).

Se tomaron muestras de sedimentos, en capas de hasta 15 cm de espesor (Punto inicial de muestreo) y de 3 a 5 cm de espesor, para ello, se utilizó una pala pequeña para asegurar la representatividad de la muestra, la cual fue tomado simultáneamente de varias partes del punto de muestreo, posteriormente se mezcló en un recipiente de polietileno de 20 litros y se realizó el cuarteo respectivo, obteniendo un aproximado de 500 g de sedimentos, que fue almacenado en un recipiente de polietileno de capacidad de 500 ml.

Metodología de laboratorio

- **Análisis de plomo en agua**

Se siguieron los procedimientos descritos en los Métodos Estándar para el Examen de Aguas y Aguas Residuales (AWWA, 2012), 22ª Edición.

- **Análisis de plomo en sedimentos**

Los análisis de sedimentos se realizaron de acuerdo con los procedimientos descritos en la Environmental Protection Agency (EPA, 1997).

3.6. Método de análisis de datos

Microsoft Excel es un programa con múltiples opciones y una buena opción para los investigadores, esta te permite organizar y graficar los datos de acuerdo a la investigación, aplicar análisis estadísticos como otras funciones aparte de las comunes, de la misma manera te permiten la organización de datos por grupos, entre otras funciones. En la presente investigación la organización de los datos se realizó con el programa Microsoft Excel por su facilidad para la organización de los datos en función al tiempo (ESCOBAR, y otros, 2020).

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables, donde es utilizada para predecir un amplio rango de

fenómenos, desde medidas económicas hasta diferentes aspectos del comportamiento humano. En la presente investigación se aplicó el análisis de regresión lineal para determinar la relación entre variable dependiente (y) e independiente (x) (ORELLANA, 2008).

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación sigue los lineamientos del código de ética especificada en la resolución del consejo universitario N° 0126-2017/UCV, tomando en consideración los criterios y conocimientos que rigen la ciencia no son propiedad nuestra como investigadores y la presente investigación hace uso de los libros, artículos e investigaciones de las cuales son consultadas, citadas y referenciadas correctamente empleando las normas ISO, con el fin de evidenciar aquello que no es de nuestra propiedad. La investigación fue puesta a prueba para conocer el porcentaje de similitud de utilizando el software Turnitin, adquiriendo una similitud de 19%.

Como también la veracidad de los datos se encuentran precisadas en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos ANA (2016), para muestreo de agua y para el muestreo de sedimentos se trabajó con el procedimiento de Colombia por USA (USEPA). Asimismo, los equipos empleados para la obtención de muestreas está debidamente calibrada; evidenciada con las certificaciones correspondientes. Como evidencia del cumplimiento del código de ética de la universidad César Vallejo se muestra en los anexos los siguientes documentos:

- Instrumentos de evaluación de conformidad de los expertos.
- Resultado de porcentaje de similitud emitido por Turnitin.

IV. RESULTADOS

En relación con el objetivo específico 1: Evaluar las características hidráulicas en los tramos AB y BC en el río Suches frontera Perú – Bolivia. A continuación, se muestra los datos recolectados:

a) Velocidad Media

La velocidad media en los tramos se logró calcular mediante la división entre la longitud del tramo y el tiempo promedio que tarda en llegar el flotador de un tramo al otro.

En el tramo AB, se obtuvo una velocidad media de 0.77 m/s, este valor se da debido a que la variación de la medida del ancho de orilla a orilla en el tramo A y B es mínima, con valores de 18 m y 17 m respectivamente.

En el tramo BC la velocidad media tuvo un valor de 1.10 m/s, evidenciándose un incremento considerable, este cambio se sustenta en la variación de ancho de orilla a orilla en el tramo B y C, cuyos valores son de 17 m y 14 m respectivamente. Concluyendo que, mientras más angosto es el río, la velocidad media tiende a incrementarse (**Tabla 4**).

Tabla 4. Velocidad media en los tramos

Tramo	Flotador	Longitud de tramo (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad Media (m/s)
Tramo AB	1	30.00	34.85	0.86	0.77
	2	30.00	43.01	0.70	
	3	30.00	39.25	0.76	
Tramo BC	1	30.00	34.95	0.86	1.1
	2	30.00	19.17	1.56	
	3	30.00	25.03	1.20	

Fuente: Elaboración propia

b) Área Transversal Total

El área transversal total de los tramos se logró calcular mediante la sumatoria de las áreas transversales producto de la profundidad de cada sección por la distancia existente entre secciones. Estos valores están expresados en las siguientes tablas:

Para el tramo A, se calculó un área transversal de 7.56 m², teniendo un ancho de tramo de 18 m dividido en 18 secciones de un metro cada una, encontrándose una profundidad máxima de 1.20 m, tal como se aprecia en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Área transversal total del tramo A

Ancho del tramo (m)	Sección	Profundidad (m)	Distancia entre secciones (m)	Área transversal (m ²)	Área transversal total (m ²)
18	1	0.16	1	0.16	7.56
	2	0.18	1	0.18	
	3	0.22	1	0.22	
	4	0.19	1	0.19	
	5	0.23	1	0.23	
	6	0.27	1	0.27	
	7	0.25	1	0.25	
	8	0.4	1	0.4	
	9	0.72	1	0.72	
	10	1.2	1	1.2	
	11	1.12	1	1.12	
	12	0.83	1	0.83	
	13	0.47	1	0.47	
	14	0.36	1	0.36	
	15	0.34	1	0.34	
	16	0.26	1	0.26	
	17	0.2	1	0.2	
	18	0.16	1	0.16	

Para el tramo B en se obtuvo un valor de 5.13 m², teniendo un ancho de tramo de 17m dividido en 17 secciones de un metro cada una, encontrándose una profundidad máxima de 0.65 m (**Tabla 6**).

Tabla 6. Área transversal total del tramo B

Ancho del tramo (m)	Sección	Profundidad (m)	Distancia entre secciones (m)	Área transversal (m ²)	Área transversal total (m ²)
17	1	0.11	1	0.11	5.13
	2	0.24	1	0.24	
	3	0.26	1	0.26	
	4	0.3	1	0.3	
	5	0.33	1	0.33	

	6	0.24	1	0.24	
	7	0.32	1	0.32	
	8	0.3	1	0.3	
	9	0.48	1	0.48	
	10	0.43	1	0.43	
	11	0.42	1	0.42	
	12	0.65	1	0.65	
	13	0.42	1	0.42	
	14	0.2	1	0.2	
	15	0.17	1	0.17	
	16	0.15	1	0.15	
	17	0.11	1	0.11	

Para el tramo C, el área transversal total presenta un valor de 4.96 m², teniendo un ancho de tramo de 14 m dividido en 14 secciones de un metro cada una, encontrándose una profundidad máxima de 0.54 m (**Tabla 7**).

Tabla 7. Área transversal total del tramo C

Ancho del tramo (m)	Sección	Profundidad (m)	Distancia entre secciones (m)	Área transversal (m ²)	Área transversal total (m ²)
14	1	0.13	1	0.13	4.96
	2	0.26	1	0.26	
	3	0.32	1	0.32	
	4	0.43	1	0.43	
	5	0.41	1	0.41	
	6	0.5	1	0.5	
	7	0.54	1	0.54	
	8	0.4	1	0.4	
	9	0.47	1	0.47	
	10	0.38	1	0.38	
	11	0.4	1	0.4	
	12	0.34	1	0.34	
	13	0.27	1	0.27	
	14	0.11	1	0.11	

Los valores de Área Transversal Total en los 3 tramos, tienen tendencia a disminuir, esto se justifica en la cantidad de secciones y profundidades en cada tramo que tienden a reducirse.

c) Caudal

Con los datos de Velocidad Media y Área Transversal Total, anteriormente recopilados, se logró determinar el caudal en los tramos AB y BC, expresados en la siguiente tabla:

Para el tramo AB y BC, se contró un caudal de 5.80 m³/s, este valor constante estaría relacionado con el hecho de que a lo largo del trayecto de los tramos no se presentó confluencia fluvial, como se aprecia en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Caudal en los tramos

Tramo	Velocidad media (m/s)	Área transversal total (m ²)	Caudal (m ³ /s)
Tramo AB	0.77	5.13	5.8
Tramo BC	1.10	4.96	5.8

En relación con el objetivo específico 2: Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos del cauce del río Suches, frontera Perú – Bolivia. A continuación, se detalla los resultados.

Variabilidad de concentración de plomo en sedimentos

a) Análisis de plomo en sedimentos

El cuadro presentado a continuación muestra los resultados de análisis de plomo presente en sedimento en el punto de monitoreo 1, 2 y 3 ubicados en la cabecera de cuenca de Laguna Suches – Ananea – Huancané – Puno; intercuenca río Suches – río Japocollo y río suches respectivamente, tal como se aprecia en la **Tabla 9**.

El resultado obtenido del análisis de plomo en los tres puntos expresa que los valores están por encima del límite establecido por USA (USEPA), asumiendo que, existen problemas con este metal en la zona de estudio tanto en el punto 1, 2 y 3, como se aprecia en la **Figura 4**.

Tabla 9. Resultado de análisis de plomo en sedimento

Zona de estudio	Coordenadas	Parámetro	Método	Unid.	Resultado	Límite
Punto 1	E: 477334	Plomo	7003 EPA 200.7	mg/Kg	61.17	46.7 mg/Kg
	N: 8369663					
Punto 2	E: 460160	Plomo	7003 EPA 200.7	mg/Kg	52.53	
	N: 8349894					
Punto 3	E: 460111	Plomo	7003 EPA 200.7	mg/Kg	66.18	
	N: 8343519					

Fuente: Laboratorios Analíticos del sur – Arequipa 2021

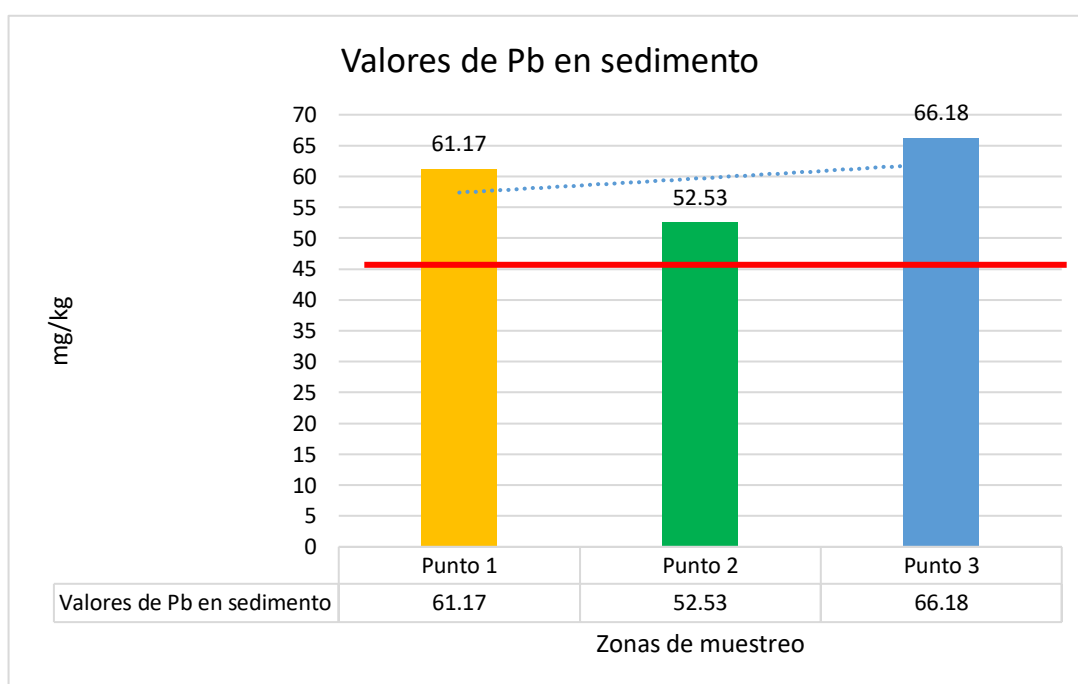


Figura 4. Valores de plomo en sedimentos

Es posible evidenciar que en el tramo AB, el tramo A tiene más concentración de plomo en sedimentos que el tramo B, esta diferencia con tendencia a minimizarse se debe a las características hidráulicas en el tramo, pues para caudal se presentan valores constantes, para área los valores en el tramo A (punto 1) son mayores al tramo B (punto 2) influyendo en la velocidad que en comparación al tramo BC, es menor, estas características, específicamente la

velocidad influye en el arrastre o transporte de sedimentos, entendiéndose que a menor velocidad menor arrastre, por ello que en el punto 1 la concentración de plomo en sedimentos es mayor que en el punto 2. Así mismo, se puede considerar la dilución pues a menor velocidad la dilución es menor, provocando menor concentración de plomo en sedimentos, lo que ocasiona un valor menor en el punto 2.

En el tramo BC, se evidencia que, el tramo B (punto 2) tiene menor concentración de plomo en sedimentos que el tramo C (punto 3), esta diferencia con tendencia a incrementarse se debe a las características hidráulicas en el tramo, pues para caudal se presentan valores constantes, para área los valores en el tramo B (punto 2) son mayores al tramo C (punto 3) influyendo en la velocidad que en comparación al tramo AB, es mayor, estas características, específicamente la velocidad influye en el arrastre o transporte de sedimentos, en este tramo a mayor velocidad mayor arrastre, por ello que en el punto 2 la concentración de plomo en sedimentos es menor al punto 3. Así mismo, se puede considerar la dilución pues en este caso a mayor velocidad la dilución es mayor, generando mayor concentración de plomo en sedimentos.

b) Variabilidad de plomo en sedimentos del tramo A – B

En cuanto a la variabilidad de plomo en sedimentos en el tramo A – B, la tabla muestra que, se obtuvo una variabilidad de 11 %, indicando una variación moderada de la concentración de plomo en sedimentos a lo largo de los dos puntos de monitoreo.

Esta variabilidad moderada se debe a las características hidráulicas pues al encontrarse que se parte del tramo A con un área mayor al tramo B, y que el tramo A posee un ancho mayor al tramo B con una diferencia de 1 metro, y una velocidad media de 0.77 de un tramo a otro, se tiene un posible transporte o arrastre de sedimentos, es esto se sustenta la variabilidad moderada (**Tabla 10**).

Tabla 10. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo A – B

Coeficiente de variabilidad (CV)	Intervalo	Grado de variabilidad
11 %	De 10 % a 30 %	Variabilidad moderada

c) Variabilidad de plomo en sedimentos del tramo B – C

En cuanto a la variabilidad de plomo en sedimentos en el tramo B – C, la tabla muestra que, se obtuvo una variabilidad de 16 %, indicando una variación moderada de la concentración de plomo en sedimentos a lo largo de los dos puntos de monitoreo. Interpretando que, los valores de plomo presentan diferencias considerables para el tramo B – C.

Esta variabilidad moderada se debe a las características hidráulicas pues al encontrarse que se parte del tramo B con un área mayor al tramo C, y que el tramo B posee un ancho mayor al tramo C con una diferencia, influyendo considerablemente en la velocidad media que es de 1.1 de un tramo a otro, se tiene un positivo transporte o arrastre de sedimentos, es esto se sustenta la variabilidad moderada del tramo BC.

En relacion al objetivo especifico 3: Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en el agua del rio Suches, frontera Perú – Bolivia, a continuacion se detalla los resultados, como se aprecia en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo B – C

Coeficiente de variabilidad (CV)	Intervalo	Grado de variabilidad
16 %	De 10 % a 30 %	Variabilidad moderada

Variabilidad de concentración de plomo en agua

a) Análisis de plomo en agua

En la **Tabla 12**, se presenta a continuación muestra los resultados de análisis de plomo presente en agua en el punto de monitoreo 1, 2 y 3; ubicados en la cabecera de cuenca de Laguna Suches, intercuenca río Suches – río Japocollo y río suches respectivamente.

Tabla 12. Resultado de análisis de plomo en agua

Zona de estudio	Coordenadas	Parámetro	Método	Unid.	Resultado	Límite
Punto 1	E: 477334	Plomo	EPA 200.7	mg/L	0.0635	0.05 mg/L
	N: 8369663					
Punto 2	E: 460160	Plomo	EPA 200.7	mg/L	0.0638	
	N: 8349894					
Punto 3	E: 460111	Plomo	EPA 200.7	mg/L	0.0607	
	N: 8343519					

Fuente: Laboratorios Analíticos del sur – Arequipa 2021

El límite correspondiente para plomo en la Calidad de Agua, Categoría 3 – Subcategoría D2, bebida de animales es de 0.05 mg/L, el resultado obtenido del análisis de plomo en los tres puntos expresa que los valores están por encima del límite establecido por la normativa nacional, por lo que se puede entender que, existen problemas con este metal en la zona de estudio tanto en inicio, centro y final (**Figura 5**).

Es posible evidenciar que en el tramo AB, el tramo A (punto 1) tiene menos concentración de plomo en agua que el tramo B (punto 2), esta diferencia con tendencia a incrementarse se debe a las características hidráulicas en el tramo, pues para caudal se presentan valores constantes, sin embargo el área tiende a disminuir mínimamente en el tramo B (punto 2), influyendo en la velocidad que en comparación al tramo BC, es menor; estas características, específicamente la velocidad influye en la dilución, pues al tener una menor

velocidad se da una menor dilución aumentando la concentración de plomo en agua, evidenciándolo en el punto 2.

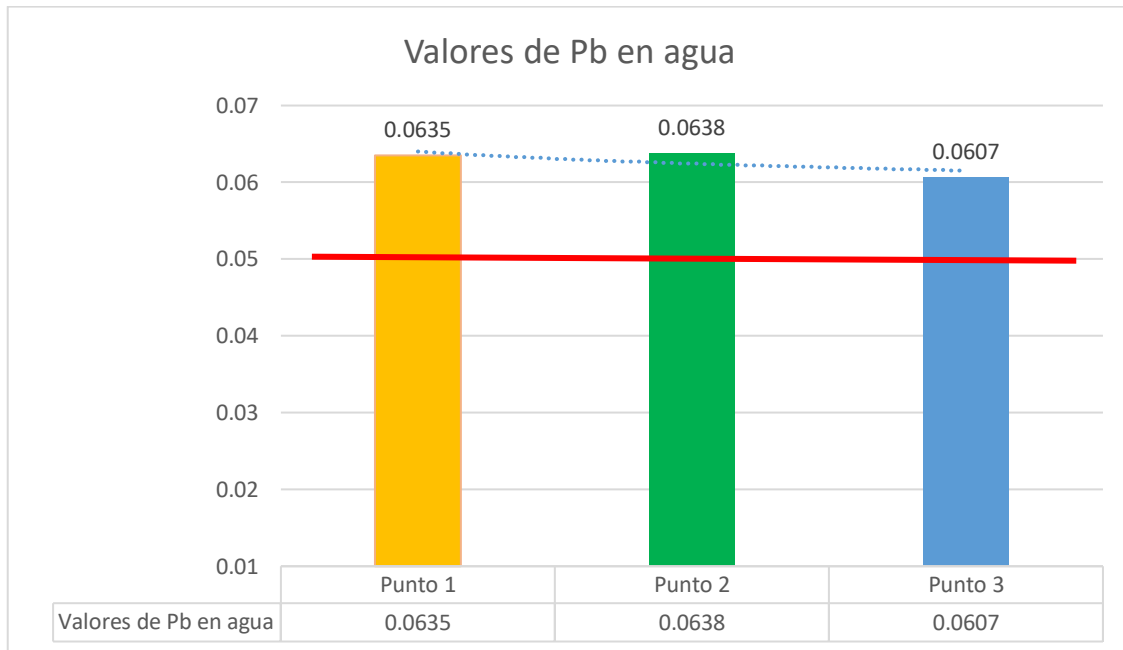


Figura 5. Valores de plomo en agua

Es posible evidenciar que en el tramo BC, el tramo B (punto 2) tiene mayor concentración de plomo en agua que el tramo C (punto 3), esta diferencia con tendencia a disminuir se debe a las características hidráulicas en el tramo, pues para caudal se presentan valores constantes, sin embargo el área tiende a disminuir considerablemente en el tramo C (punto 3), influyendo en la velocidad que en comparación al tramo AC, es mayor; estas características, específicamente la velocidad influye en la dilución, pues al tener una mayor velocidad se da una mayor dilución minimizado la concentración de plomo en agua, evidenciándolo en el punto 3.

b) Variabilidad de plomo en agua en el tramo A – B

En cuanto a la variabilidad de plomo en el tramo A – B, la tabla muestra que, se obtuvo un valor de 1 %, indicando una variabilidad baja de la concentración de plomo en agua a lo largo de los dos puntos de monitoreo. Pudiendo interpretar que los valores de plomo en agua de los tramos A – B presentan diferencias muy mínimas, como se aprecia en la **Tabla 3**.

Tabla 13. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo A – B

Coeficiente de variabilidad (CV)	Intervalo	Grado de variabilidad
1 %	Menos del 10 %	Variabilidad baja

c) Variabilidad de plomo en agua en el tramo B – C

En cuanto a la variabilidad de plomo en el tramo B – C, la tabla 7 muestra que, se obtuvo un valor de 4 %, indicando una variabilidad baja de la concentración de plomo en agua a lo largo de los dos puntos de monitoreo. Pudiendo interpretar que los valores de plomo en agua presentan diferencias mínimas, como se muestra en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Coeficiente de variabilidad de plomo en agua – Tramo B – C

Coeficiente de variabilidad (CV)	Intervalo	Grado de variabilidad
1 %	Menos del 10 %	Variabilidad baja

Con relación al **objetivo específico 4:** Distribución de concentración de plomo en agua y sedimentos según las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia. A continuación, se detalla los resultados presentados en la **Tabla 15:**

Tabla 15. Correlación y grado de significancia entre concentración de plomo en agua y características hidráulicas

Correlación y grado de significancia entre plomo en agua y características hidráulicas					
		Plomo en agua	Velocidad media	Caudal	Área transversal total
Correlación de Pearson	Plomo en agua	1.000	-0.781	. ^a	0.755
	Velocidad media	-0.781	1.000	. ^a	-0.999*

	Caudal	. ^a	. ^a	1.000	. ^a
	Área transversal total	0.755	-0.999*	. ^a	1.000
Sig. (bilateral)	Plomo en agua	.	0.430	0.000	0.455
	Velocidad media	0.430	.	0.000	0.026
	Caudal	0.000	0.000	.	0.000
	Área transversal total	0.455	0.026	0.000	.
N		3	3	3	3

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

Distribución de concentración de plomo en agua según las características hidráulicas.

Análisis de correlación entre velocidad y concentración de plomo en agua

Para la correlación de concentración de velocidad y plomo en agua, el resultado muestra una correlación de Pearson de -0.781 , indicando una correlación inversa considerable por estar cercano al valor -1 , por lo que se entiende que, ante valores altos de la variable independiente velocidad le corresponden valores bajos de concentración de plomo en agua, esto debido a que a mayor velocidad mayor dilución y menor concentración de plomo en agua. Sin embargo, se presenta un p-valor mayor al nivel de significancia de 0.05 , indicando que no existe una diferencia significativa (**Figura 6**).

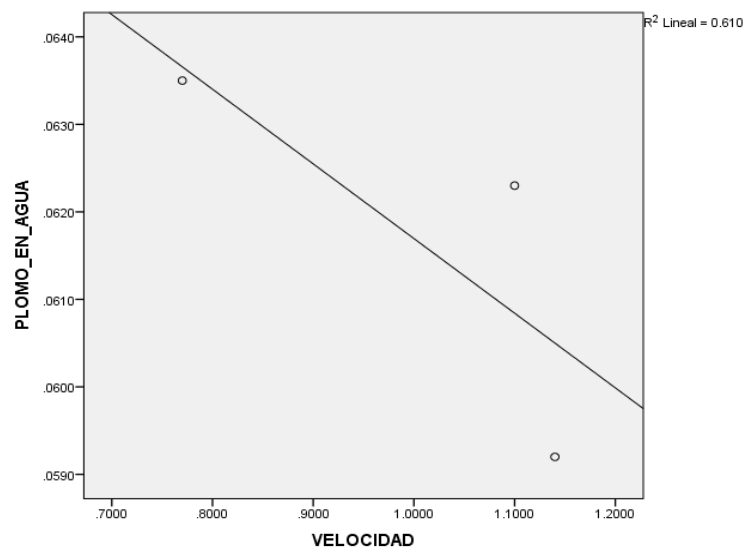


Figura 6. Correlación entre velocidad y concentración de plomo en agua

Análisis de correlación de concentración entre caudal y plomo en agua

La correlación de concentración de caudal y plomo en agua no se puede calcular debido a que los valores para la variable independiente caudal son constantes, tal como se puede observar en la **Figura 7**.

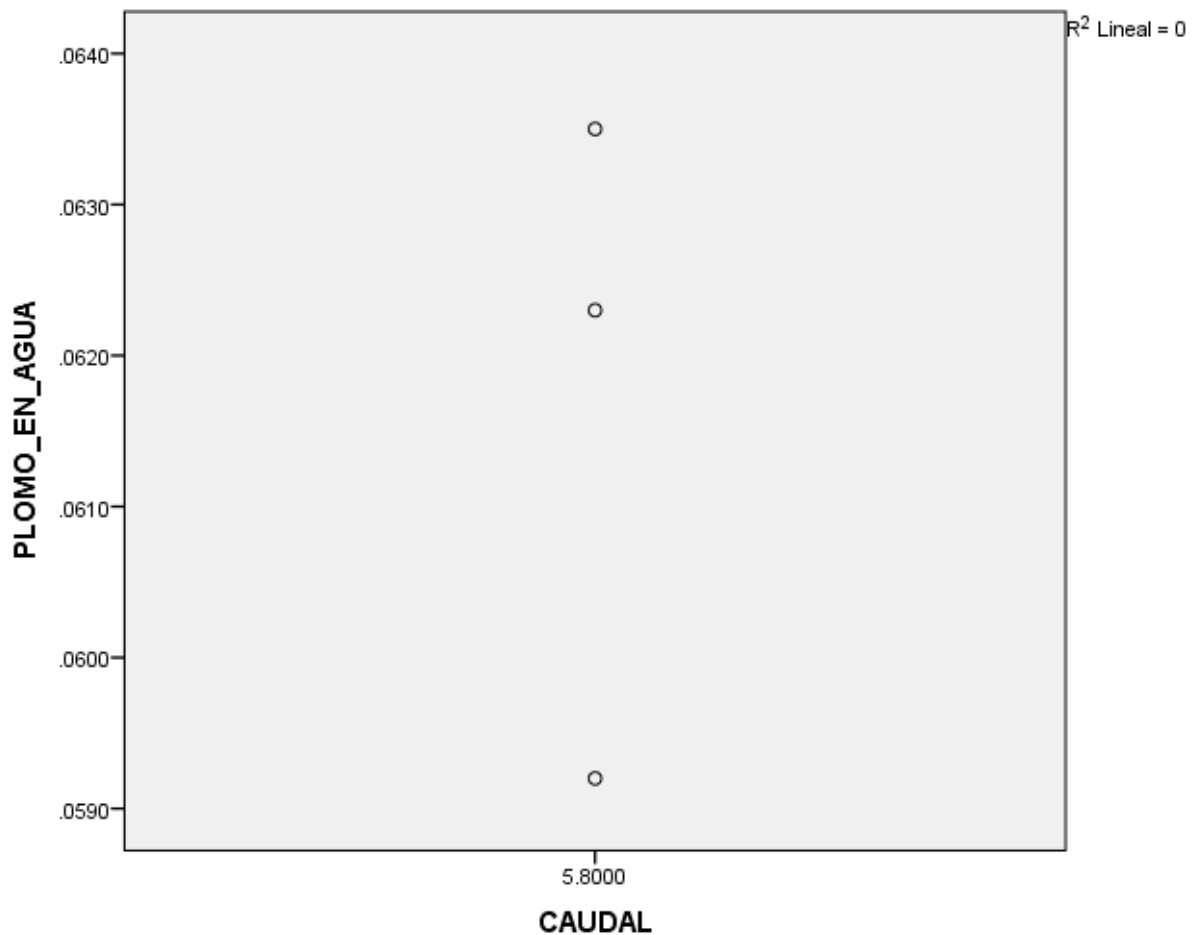


Figura 7. Correlación entre caudal y concentración de plomo en agua

Análisis de correlación entre Área Transversal Total y concentración de plomo en agua

Para la correlación de área transversal total y concentración de plomo en agua, se evidencia una correlación de Pearson de 0.755, indicando una correlación directamente proporcional, es decir ante valores altos de la variable Área Transversal Total, le corresponden valores altos de concentración de plomo en agua. Además, se presenta una diferencia significativa. Esta correlación se

sustenta en que, al aumentar el área transversal total, la velocidad disminuye, reduciéndose la capacidad de dilución, siendo resultante una mayor concentración de plomo en agua y menor concentración de plomo en sedimentos (**Figura 8**).

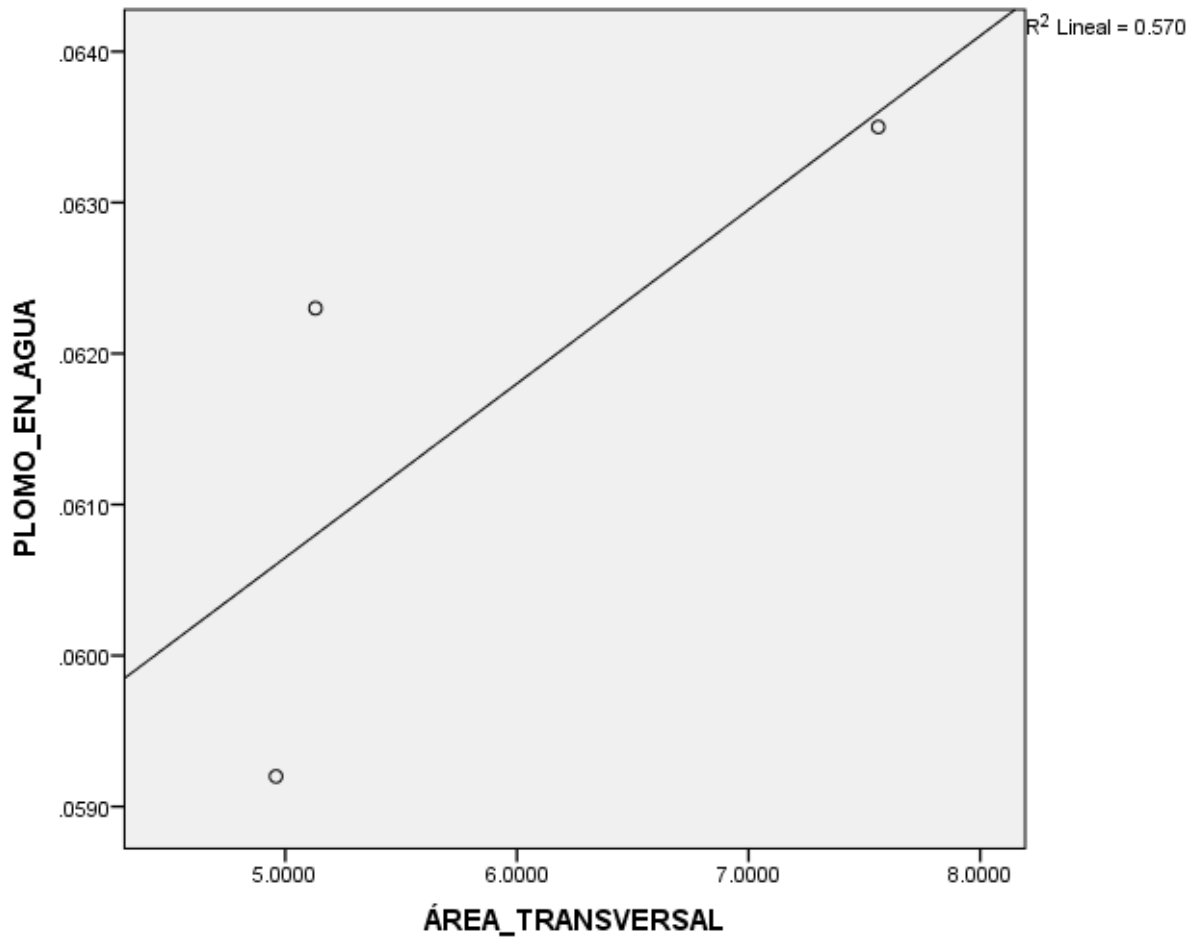


Figura 8. Correlación entre el Área Transversal Total

Distribución de concentración de plomo en sedimentos según las características hidráulicas.

A continuación, se detalla los resultados presentados en la **Tabla 16**:

Tabla 16. Correlación y grado de significancia entre concentración de plomo en sedimentos y características hidráulicas

Correlación y grado de significancia entre plomo en sedimento y características hidráulicas					
		Plomo en sedimento	Velocidad media	Caudal	Área transversal total
Correlación de Pearson	Plomo en sedimento	1	0.932	. ^a	-0.094
	Velocidad media	0.932	1	. ^a	-0.999*
	Caudal	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Área transversal total	-0.094	-0.999*	. ^a	1
Sig. (bilateral)	Plomo en sedimento		0.236	.	0.940
	Velocidad media	0.236		.	0.026
	Caudal	0.000	0.000	.	0.000
	Área transversal total	0.940	0.026	.	
N		3	3	3	3

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

a. No se puede calcular porque al menos una variable es constante.

Análisis de correlación de velocidad y concentración de plomo en sedimentos

La correlación de velocidad y concentración de plomo en sedimentos muestra una correlación de Pearson de 0.932, indicando una correlación directamente proporcional, entendiendo que, ante valores altos de velocidad le corresponden valores altos de concentración de plomo en sedimentos. Sin embargo, se presenta un grado de significancia de 0.236, mayor al p-valor de 0.05, indicando que no existe diferencia significativa. Esta correlación positiva, se sustenta en que al incrementarse la velocidad se da un mayor arrastre o transporte de sedimentos influyendo en el aumento de la concentración, así mismo se incrementa la capacidad de disolución generando que el plomo en agua disminuya y se concentre en los sedimentos, tal como se aprecia en la **Figura 9**.

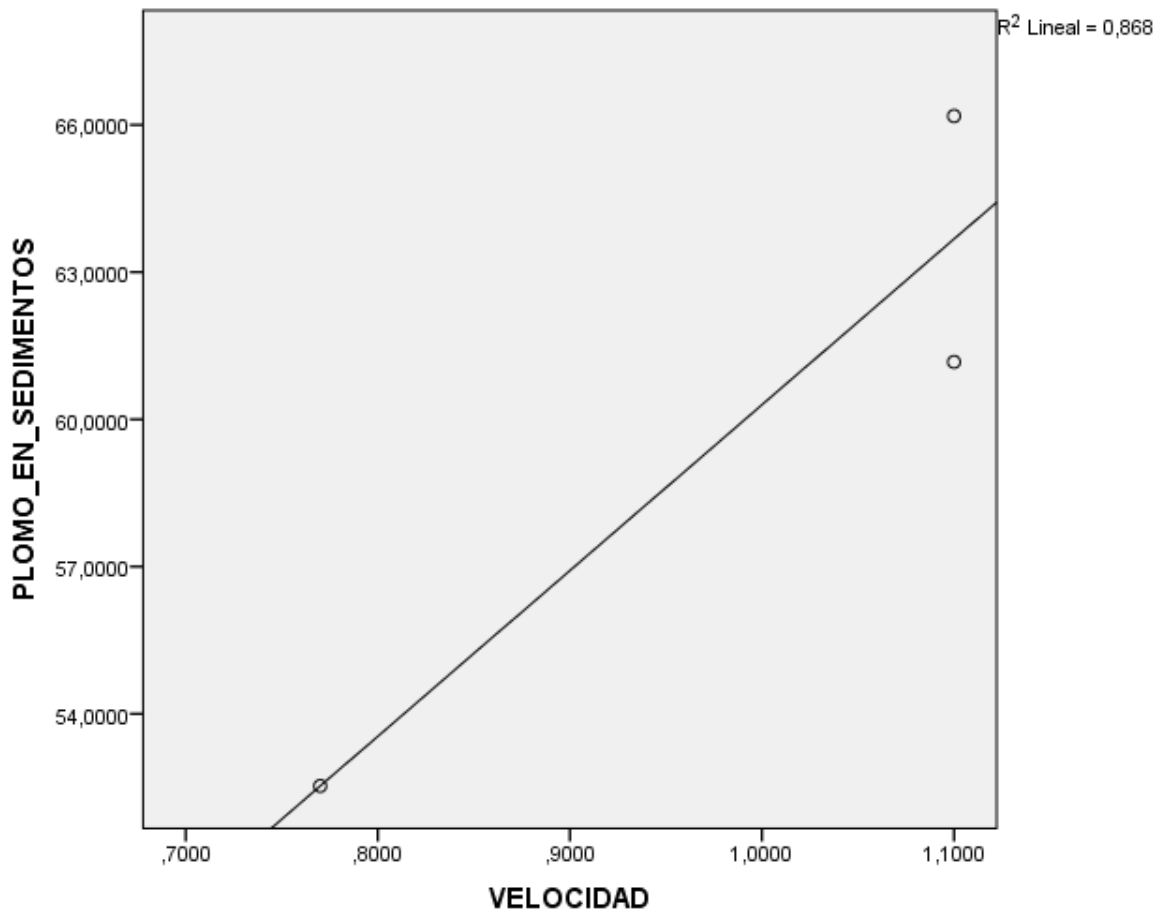


Figura 9. Correlación entre velocidad y concentración de plomo en sedimentos

Análisis de correlación entre caudal y concentración de plomo en sedimentos

La correlación de concentración de caudal y plomo en sedimentos no se puede calcular, debido a que los valores para la variable independiente caudal son constantes, como se aprecia en la **Figura 10**.

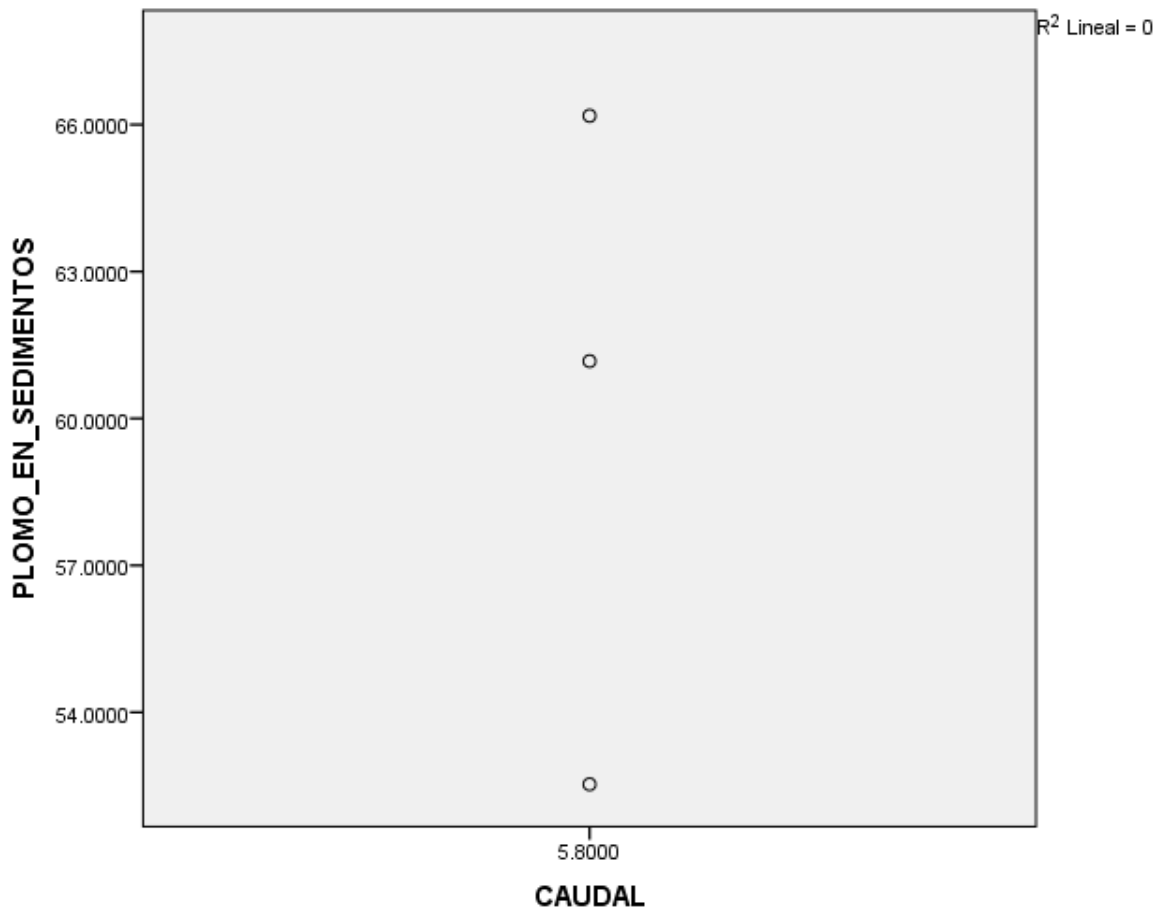


Figura 10. Correlación entre caudal y concentración de plomo en sedimentos

Fuente: Elaboración propia

Análisis de correlación entre Área Transversal Total y concentración de plomo en sedimentos

Para la correlación de área transversal total y concentración de plomo en agua, se evidencia una correlación de Pearson de -0.094, indicando una correlación indirecta, entendiendo que, ante valores altos de Área Transversal Total, le corresponden valores bajos de concentración de plomo en agua. Además, se presenta diferencia significativa. Esta correlación se sustenta en que, al aumentar el área transversal total, la velocidad disminuye, reduciéndose la capacidad de dilución, siendo resultante una menor concentración de plomo en sedimentos ya que en el agua la concentración de plomo va a ser mayor (**Figura 11**).

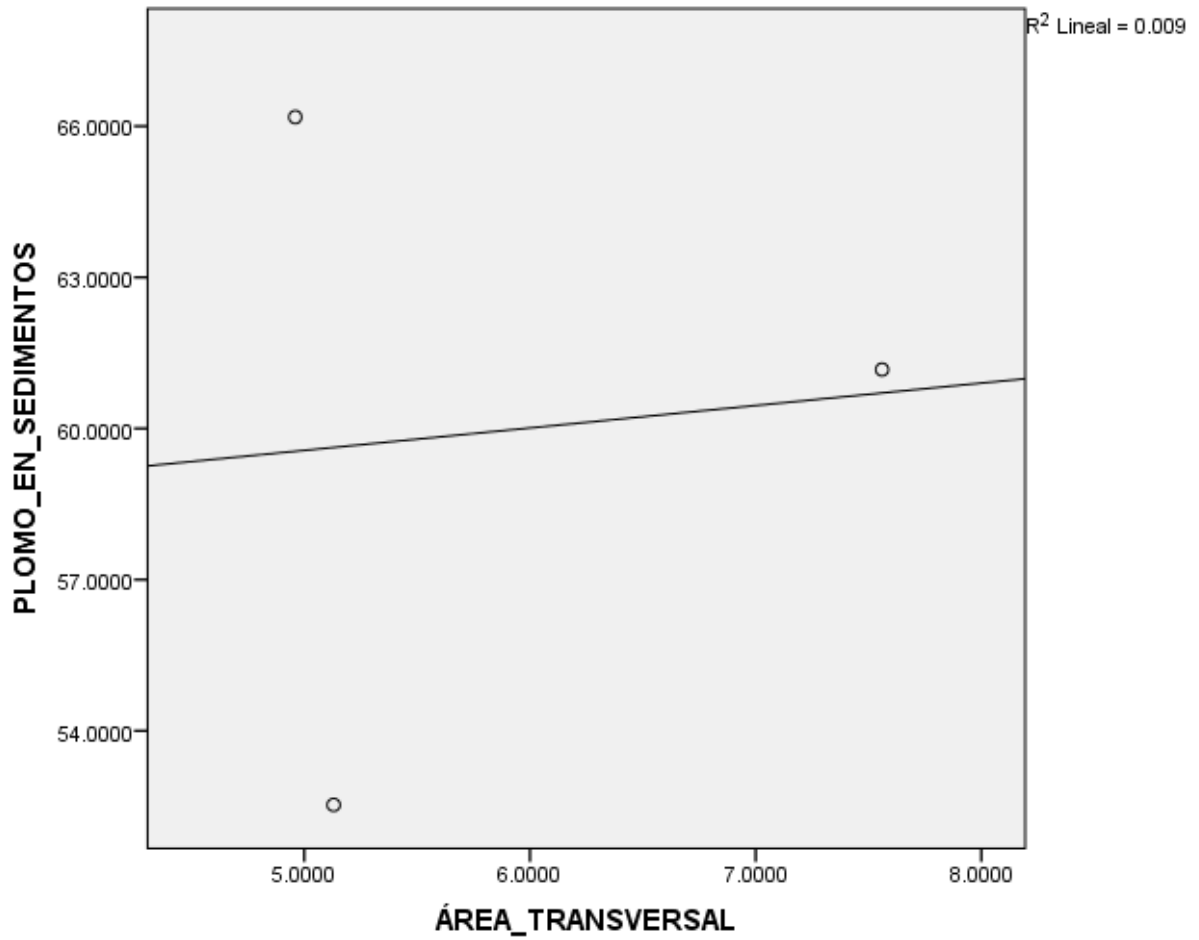


Figura 11. Correlación entre Área Transversal Total y concentración de plomo en sedimentos

V. DISCUSIONES

- Considerando el primer antecedente, estudio realizado por Cabrera & Leal, (2018) donde se establece que ante bajos caudales se presentan mayores áreas y velocidades, por lo que se comprende que un incremento en el área desencadena en menos velocidad, y ante el incremento de los niveles de agua las velocidades son mayores, y el descenso produce velocidades menores. El desarrollo del presente estudio permitió reafirmar esta conclusión pues se determinó las características hidráulicas en el tramo A – B, encontrando una velocidad de 0.77 m/s cuando el área y ancho de los tramos tienden a disminuir mínimamente de 7.56 m² a 5.13 m² y el ancho de 18 m a 17 m . En el tramo B – C se recopilaron valores mayores para velocidad de 1.10 m/s, debido a que el área transversal se redujo y el ancho de los tramos se redujo considerablemente de 5.13 m² a 4.96 m² y el ancho de 17 m a 14 m.
- Considerando el estudio realizado por Sanchez, (2019) donde determinó en condiciones de características hidráulicas de estiaje y avenida presenta variación moderada de concentración de plomo en agua en el primer tramo y variación baja para el segundo tramo, a diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio para el tramo A – B que presento una variabilidad baja, pero coincidentes para el tramo B – C cuya variabilidad es baja, estas diferencias se pueden deber a las características hidráulicas de cada tramo, pues el antecedente establece que cuando las características hidráulicas influyen en los valores de concentración de plomo en agua.
- En cuanto a la variabilidad, Teniendo en cuenta el estudio realizado por Quispe, (2017), quien determinó que, la variación de concentración de plomo en sedimento en el primer tramo es alta y en el segundo tramo es moderada a diferencia del resultado obtenido en el presente estudio que para el primer tramo que indica una variabilidad moderada y coincide en el segundo tramo con una variabilidad moderada. Se considera que los resultados se diferencian por la influencia de las características hidráulicas. Sin embargo, menciona que en época de avenida es decir de mayor caudal, y mayor velocidad, la concentración media de plomo fue de 11.84 mg/kg, mayor a la

concentración en época de estiaje con valor de 6.67 mg/kg. Esto vuelve a aclarar la relación directamente proporcional entre la velocidad y la concentración de plomo en sedimentos, pues ante mayor caudal y velocidad se genera mayor dilución y mayor transporte.

- Considerando el estudio realizado por Soltero & Alva (2013), donde determinó la concentración de plomo presente en los sedimentos de las subcuencas de los ríos Allende, Buenos Aires, Molino y Carrizal, quien determinó un incremento del plomo en las zonas bajas de la cuenca y una disminución del plomo en las zonas altas de la cuenca, en temporada de crecida de ríos, El desarrollo del presente estudio permitió reafirmar esta conclusión puesto que los resultados obtenidos en el presente estudio fue de una variabilidad de 11% y 16 %, de sedimentos en los tramos AB y BC, especificando que existe una mayor concentración de plomo en sedimentos en el tramo BC, parte baja del río existente, siendo concluyente que el aumento del arrastre de sedimento es causado por la velocidad de flujo del agua, presentes en la estación de lluvias.
- En relación con la concentración de plomo en el agua, considerando el antecedente de Laino & Bello (2015), donde determinó que la concentración de plomo en sedimentos es superior en comparación a la concentración del plomo en el cauce del río nanay. El desarrollo del presente estudio permitió reafirmar esta conclusión puesto que tanto en los tramos AB y BC, la presencia de plomo fue superior en los sedimentos del río suche, puesto que el plomo tiende a sedimentar y permanecer en la parte inferior del cauce del río, sobre una superficie, en comparación a su permanencia en el fluido, que es transitorio debido a que está en constante desplazamiento hacia un punto determinado de la cuenca hidrográfica.
- Considerando el estudio realizado por Mejía (2016), donde determinó que la concentración del metal pesado plomo Pb, en cantidades superiores a lo permitido es dada principalmente, por la actividad extractiva de minerales, el desarrollo del presente estudio permitió reafirmar esta conclusión, porque el cauce de la cuenca del río suches, tiende a ser contaminada principalmente por la explotación de recursos minerales como son el oro, entre otros, por ende, el agua tiende a contaminarse por dichos factores, causando una

exposición ya sea directa e indirectamente hacia las personas y sistemas bióticos y abióticos, perjudicando el normal desarrollo de sus actividades cotidianas, y bienestar del medio ambiente.

- Considerando el estudio realizado por Cornejo & Pacheco (2014), donde determinó que la contaminación de aguas y sedimentos por presencia de Pb, entre otros, en la cuenca del río Ramis superan los ECAs, de agua, aduciendo que las elevadas concentraciones son producto del uso de mercurio para la actividad minera, cuya elevada generación de sólidos en suspensión es la causante de sedimentos superficiales, siendo verídico afirmar en la presente investigación, que las explotaciones de minerales en las cabecera de cuencas, perjudican la calidad del recurso hídrico de ríos, aguas subterráneas, entre otros, asimismo se afirma en la presente investigación que la contaminación del recurso agua, es principalmente por las actividades antropogénicas de explotación de un recurso en especial, generando contaminación como es el caso del plomo Pb, que está presente en los cauces de ríos, encontrándose diluido en el agua como también en los sedimentos presentes en el fondo del del cauce de agua.
- Considerando el estudio realizado por Auccahuasi (2015), donde determino que el plomo está presente en la parte inferior de los cauces de agua natural, en mayores cantidades en cuencas abajo, generando capas de sedimento con un elevado contenido de plomo, que a su vez concluyo que en temporadas de avenida en plomo Pb es transportado con mayor rapidez hacia cuencas abajo por la escorrentía y velocidad de desplazamiento, por ende el desarrollo del presente estudio permitió reafirmo esta conclusión por que se determinó que mientras más rápido es la velocidad de desplazamiento del agua, con un caudal mayor. Los elementos presentes en el agua tienden a desplazarse hacia causes abajo, donde la velocidad es mínima, y tienden a sedimentarse como es el caso del plomo Pb, que se encuentra en mayores cantidades en las zonas bajas del río suches.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la velocidad media en los tramos AB tiene un valor de 0.77 m/s, mientras que en el tramo BC los valores la velocidad es 10 m/s. El área transversal total en los tramos A presenta un valor de 7.56 m², en el tramo B el área es de 5.13 m² y en el tramo C el área es de 4.96 m². Para el caudal, se presenta un valor constante de 5.80 m³/s. Con estos valores podemos concluir que, existe una relación inversamente proporcional entre área transversal total y velocidad, pues a mayor área influenciada por el ancho y profundidades del tramo le corresponde menor velocidad.
- Se determinó que la variabilidad de plomo en sedimento es de 11 % y 16 %, indicado que existe una variabilidad moderada en el tramo AB y BC respectivamente. El análisis de plomo en los tres puntos expresa que los valores están por encima del límite establecido por USA (USEPA), asumiendo que, existen problemas con este metal en la zona de estudio tanto el punto 1, 2 y 3. Podemos concluir que esta variabilidad está influenciada por las características hidráulicas del tramo, ya que pequeñas variaciones en el área y velocidad influyen en las concentraciones de plomo en sedimento, pues cuando el área se iba reduciendo, y el ancho de orilla a orilla de tramos iba disminuyendo, la velocidad iba aumentando generando en el último punto menos concentración de plomo en agua por el aumento de la capacidad de dilución.
- Se determinó que la variabilidad de plomo en agua es de 1% y 4%, indicado que existe una variabilidad baja en el tramo AB y BC. El límite correspondiente para plomo en la Calidad de Agua, Categoría 3 – Subcategoría D2, bebida de animales es de 0.05 mg/L, el resultado obtenido del análisis de plomo en los tres puntos expresa que los valores están por encima del límite establecido por la normativa nacional, por lo que se puede entender que, existen problemas con este metal en la zona de estudio tanto en inicio, centro y final.
- Finalmente, respecto la distribución de plomo en agua y las características hidráulicas en una correlación de Pearson, nos indicó que existe una correlación inversa entre velocidad media y plomo en agua, en cuanto a

caudal no se puede calcular debido a que presenta valores constantes, y para área transversal total se evidencia una correlación directa. Para la distribución de plomo en sedimentos y las características hidráulicas se presenta una correlación directa entre velocidad y plomo en sedimentos, en cuanto al caudal no se puede calcular debido a que presenta valores constantes y la correlación entre área transversal total y plomo en sedimento es inversa. Concluyendo que, si el valor de velocidad aumenta, eso indica una disminución en el área transversal total, por ende, una menor concentración de plomo en agua y una mayor concentración de plomo en sedimentos, esto debido a un aumento de arrastre o transporte de sedimentos, una mayor dilución.

VII. RECOMENDACIONES

- Incorporar más tramos de estudios para la determinación de las características hidráulicas del río Suches.
- Realizar estudios de evaluación de metales pesados que no han sido evaluados (plomo), para la determinación de la variabilidad de la concentración en sedimentos.
- Realizar estudios de evaluación de metales pesados que no han sido evaluados (plomo), para la determinación de la variabilidad de la concentración en agua.
- Para estudios similares, realizar con 2 o más metales, para la determinación de la relación, respecto a la distribución en agua y sedimentos.

REFERENCIAS

ANA. 2016. *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.* Lima : s.n., 2016.

APAZA, Hernán. 2016. *Determinación del contenido de mercurio en agua y sedimentos del río Suches-zona bajo Paria Cojata-Puno.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno : s.n., 2016. Tesis. 12.

AUCCAHUASI, Williams . 2015. *Calidad de agua y sedimentos en el río madre de Dios, departamento Madre de Dios ,Perú,2015.* Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado : s.n., 2015. Tesis. 12.

BELLO, Ricardo y LAINO, Rafaela. 2015. *Cocentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala.* Guatemala : s.n., 2015. págs. 1-14.

ABRERA, Manuel y LEAL, Guillermo. 2018. *Hidráulica de ríos: Dragado del río Grijalva para mejoramiento hidráulico y construcción de plataformas contra inundaciones.* Argentina : s.n., 2018. Congreso Latinoamericano de Hidráulica. 1.

CALSIN, Margoth Daysee. 2020. *Evaluación de la concentración de cromo, cadmio y plomo en sedimentos superficiales en el río Apurímac de la provincia de Caylloma-Arequipa.* Universidad Nacional de Altiplano. Puno : s.n., 2020. Tesis.

CARRANZA, David. 2007. *Características morfológicas e hidráulicas del río las pavas de la provincia del Leoncio prado.* Tingo Marría : s.n., 2007. Tesis.

CÓRDOVA, Isaac. 2018. *"Instrumentos de investigación".* Lima : San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván, 2018. 253.

CÓRDOVA, Marco Antonio y ZAMBRANO, Edwin Daniel. 2020. *Concentración de plomo en agua y sedimento en el humedal la segua, provincia de Manabí.* Calceta : s.n., 2020.

CORNEJO, Dalmiro y PACHECO, Myrian. 2014. *Contaminación de aguas y sedimentos por As, Pb y Hg de la cuenca del río Ramis, Puno-Perú.* 2014. págs. 1-14.

EPA. 2016. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos - en español. [En línea] 2016. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-plomo-en-el-agua-potable#efectos>.

ESCOBAR, Luis Walter y SARA, Joha Sydney. 2020. *Correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en el aire Carabayllo, 2020.* Universidad Cesar Vallejo . Lima : s.n., 2020. tesis.

FAO. 2020. Estimación del caudal del agua. [En línea] 2020. www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO.../x6705s03.htm.

FAO,OMS. 2019. *Documento de debate sobre la revisión del Código de prácticas para la prevención y reducción de la presencia de plomo en los alimentos.* 2019.

HERNÁNDEZ, Carmen. 2013. *Evaluación del contenido de sulfuros ácidos volátiles y metales extraídos simultáneamente en los sedimentos de L`Albufera de Valencia. Modelación matemática de procesos biogeoquímicos en el perfil del sedimento.* Universidad Politécnica de Valencia. Valencia : s.n., 2013. Tesis doctoral.

HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ, Carlos. 2010. *Metodología de la investigación quinta edición.* [ed.] Jesús Mares Chacón. Mexico : s.n., 2010. 978-607-15-0291-9.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* Mexico : McGRAW-HILL, 2014.

LARIOS, Fernando, GONZÁLEZ, Carlos y MORALES, Yennyfer. 2015. *Las aguas Residuales y su Consecuencia en el Peru.* Lima : Universidad san Ignacio de Loyola, 2015.

MAMANI, Clever. 2017. *Estudio de la contaminación de la cuenca del río suches zona ocopampa piñuni por la actividad antropogénica.* Puno : Universidad Nacional del altiplano, 2017.

MEJÍA, Omar. 2016. *Contaminación de agua por metales producto de la actividad minera metálica en el río Zaña, Chiclayo-Lambayeque-Junio 2014-Abril 2015.* Universidad de Lambayeque. Chiclayo : s.n., 2016. pág. 84, Tesis.

MULLISACA, Eliana. 2013. *Evaluar el contenido de mercurio en agua y sedimentos en el río Azangaro y su efecto en los pobladores de Porgreso en el año 2012.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno : Investigación Andina, 2013. págs. 1-5.

ORELLANA, Liliana. 2008. *Análisis de regresión.* 2008.

ORTIZ, Natalia. 2018. *Evaluación de elemetos ecotóxicos en sedimento, agua y cryphiops caementarius (Camarón) en el río Tambo.* Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : s.n., 2018. Tesis.

QUISPE, Raul Fernando. 2017. *Evaluación de la concentración de metales pesados (cromo, cadmio y plomo) en los sedimentos superficiales en el río Coata, 2017.* Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Puno : s.n., 2017. Tesis.

REYES, Yulieth y VERGARA, Inés. 2016. *Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria.* Colombia : s.n., 2016.

SANCHEZ, Rodolfo Rafael. 2019. *Niveles de metales pesados (Pb, Al, y Sr) en época de avenida y estiaje en el río Osmore, región Moquegua.* Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Arequipa : s.n., 2019. Tesis.

SOLTERO, Victor y ALVA, Mario. 2013. *Contenido de metales pesados en agua y sedimento en el Bajo Nanay.* Iquitos : s.n., 2013. págs. 1-8.

SUCSO, Micaela. 2020. *Recuperación de plomo por coagulación-floculación en la cuenca del río Suches.* Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno : s.n., 2020. Tesis.

VARGAS, Zoila. 2016. *La investigación aplicada : una forma de conocer las realidades con evidencia científica.* 2016.

ANEXOS

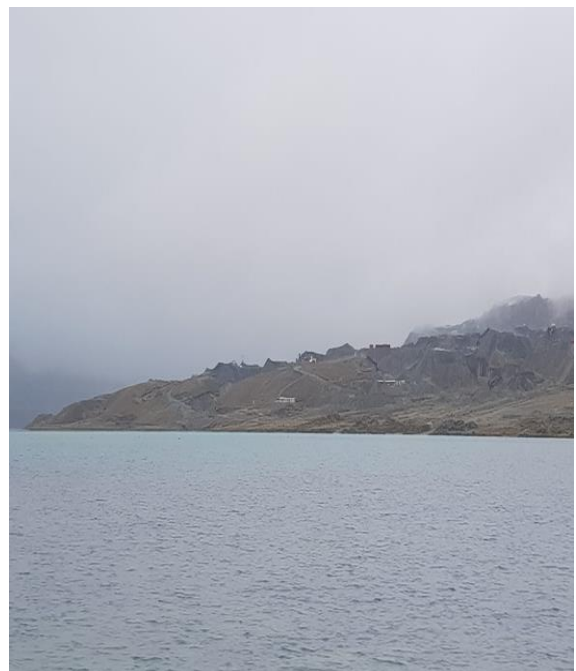
ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA / UNIDAD DE MEDIDA
Características hidráulicas y plomo en agua y sedimentos	Describe la geometría hidráulica de un tramo de río, donde se expresa a través de un conjunto de ecuaciones, de las cuales nos muestra de manera global la forma y tamaño del cauce (representados a través del ancho B y profundidad H de la sección transversal y la pendiente longitudinal S, en función del caudal dominante Q. Es decir (CARRANZA, 2007).	Las características hidráulicas se determinarán mediante las mediciones, donde se aplicará el método flotador, para determinar las características.	Características hidráulicas	<ul style="list-style-type: none"> • Área Profundidad Longitud transversal • Velocidad Tiempo Distancia • Caudal Área Velocidad 	<p style="text-align: center;">m^2</p> <p style="text-align: center;">m/s</p> <p style="text-align: center;">m^3 / S</p>
			Plomo en agua	Concentración de plomo	mg / L
			Plomo en sedimento	Concentración de plomo	mg / L
Relación entre las características hidráulicas y plomo	Contaminación por plomo dentro de los recursos hídricos y sistemas acuáticos (REYES, y otros, 2016)	La concentración de plomo en agua y sedimento se evaluará mediante la toma de muestra de agua y sedimento en el río Suches. Par a su posterior comparación con los ECA.	Variabilidad de la concentración de plomo en agua y sedimento con las características hidráulicas	Variación de plomo en agua	-----
				Variación espacial de plomo en sedimentos	-----
				Correlación entre plomo y características hidráulicas.	-----

ANEXO 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGIA
<p>General</p> <p>¿Cuál es la relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia?</p> <p>Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las características hidráulicas en los tramos AB y BC en el río suches frontera Perú – Bolivia? ¿Cuál es la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos del cauce del río Suches, frontera Perú – Bolivia? ¿Cuál es la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en el agua del río Suches, frontera Perú – Bolivia? ¿Cómo se distribuye la concentración de plomo en agua y sedimentos con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia? 	<p>General</p> <p>Evaluar la relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia</p> <p>Específicas</p> <p>Evaluar las características hidráulicas en los tramos AB y BC en el río suches frontera Perú – Bolivia.</p> <p>Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos del cauce del río Suches, frontera Perú – Bolivia.</p> <p>Determinar la variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en el agua del río Suches, frontera Perú – Bolivia</p> <p>Determinar la distribución de la concentración de plomo en agua y sedimentos con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia</p>	<p>General</p> <p>La relación entre las características hidráulicas y las concentraciones de plomo es significativa en agua y sedimentos del río Suches frontera Perú – Bolivia</p> <p>Específicas</p> <p>Las características hidráulicas en los tramos AB y BC es significativa en el río suches frontera Perú – Bolivia.</p> <p>La variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en los sedimentos es moderada en el río Suches, frontera Perú – Bolivia.</p> <p>La variabilidad de la concentración de plomo en los tramos AB y BC en agua es baja en el río Suches, frontera Perú – Bolivia</p> <p>La distribución de plomo en agua y sedimentos tiene una relación significativa con las características hidráulicas del río Suches frontera Perú – Bolivia.</p>	<p>Independiente:</p> <p>Características hidráulicas y plomo en agua y sedimentos</p>	Características hidráulicas	<ul style="list-style-type: none"> Área Profundidad Longitud transversal Velocidad Tiempo Distancia Caudal Área Velocidad 	<p>m²</p> <p>m/s</p> <p>m³ / S</p>	<p>Población</p> <p>Río suches</p> <p>Muestra</p> <p>Punto A, B y C</p> <p>Tipo y nivel de investigación</p> <p>cuantitativo analítico</p> <p>Técnicas de muestreo</p> <p>Protocolo nacional de monitoreo N° 010-2016- ANA</p> <p>Calcular las características hidráulicas</p> <p>Formula</p> <p>Velocidad</p> $V = d / t$ <p>Caudal</p> $Q = V X A$ <p>Área</p> $A = h x a$ <p>Análisis estadístico</p> <p>METODO</p> <p>ANOVA, análisis de regresión lineal</p> <p>Resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> Estándares ambientales. (ECA) para agua Límites para metales en sedimentos establecidos por USA (USEPA).
				Plomo en agua	Concentración de plomo	mg / L	
				Plomo en sedimento	Concentración de plomo	mg / L	
			<p>Dependiente:</p> <p>Relación entre las características hidráulicas y plomo</p>	<p>Variabilidad de la concentración de plomo en agua y sedimento con las características hidráulicas</p>	Variación de plomo en agua.	-----	
					Variación espacial de plomo en sedimentos.	-----	
					Correlación entre plomo y características hidráulicas.	-----	

ANEXO 5. Zona de puntos de muestreo



ANEXO 6. Toma de muestra de agua



ANEXO 7. Toma de muestra de sedimento



ANEXO 8. Mediciones de las características hidráulicas



ANEXO 9. Certificado de acreditación por INACAL del laboratorio

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

LABORATORIOS ANALÍTICOS DEL SUR E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Parque Industrial Rio Seco Mz. C Lote 1, distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-17F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 30 de diciembre de 2017
Fecha de Vencimiento: 29 de diciembre de 2021



JUANA HIDALGO MORALES
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Cedula N° : 0651-2017-INACAL/DA
Contrato N° : 049-2017/INACAL-DA
Registro N° : LE-050

Fecha de emisión: 24 de enero de 2017

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

ANEXO 10. Resultado de análisis de agua en el primer punto.



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Laboratorios Analíticos del Sur

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00009

Página 2 de 3

Fecha de emisión: 26/01/2021

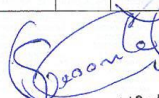
Clave generada : 13DF1B25

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802									
		Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000015	PUNTO 1 CABECERA DE LA LAGUNA SUCHES	b<0,0024	0,079	b<0,0053	0,00174	b<0,000079	4,79	0,00014	b<0,000094	b<0,00039	b<0,002

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802										
		Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000015	PUNTO 1 CABECERA DE LA LAGUNA SUCHES	b<0,016	0,411	0,00313	1,663	0,00267	b<0,00038	1,47	0,00083	b<0,0054	0,0135	b<0,00049

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802							
		Se	SiO2	Sn	Sr	Ti	Tl	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000015	PUNTO 1 CABECERA DE LA LAGUNA SUCHES	b<0,002	4,684	0,00768	0,0186	0,00266	b<0,0013	0,00018	0,0160


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>.

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web

ANEXO 11. Resultado de análisis de agua en el segundo punto



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00010

Fecha de emisión: 26/01/2021

Página 2 de 3

Clave generada : 737B92C0

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	BOE											
		Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000010	PUNTO 2 RIO SUCHE / RIO JAPOCOLLO	≈0.0004	0.50	≈0.0003	0.07274	0.000409	4.50	0.00013	0.004910	0.00492	0.0006	8.30	2.62

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	BOE											
		Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO3	Sr
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000010	PUNTO 2 RIO SUCHE / RIO JAPOCOLLO	0.04025	3.245	0.02724	≈0.00336	2.70	0.00070	0.1014	0.0123	≈0.00040	≈0.0002	24.10	0.00750

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	BOE				
		Sr	Ti	Tl	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000010	PUNTO 2 RIO SUCHE / RIO JAPOCOLLO	0.0370	0.00366	≈0.0013	0.00910	0.0340

[Firma]
 Laboratorio Analítico del Sur S.R.L.
 Sede Vicerío Juárez Neira
 Distrito Central
 Ing. Quinto CUP 79074

Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se ejecutaron dentro del ámbito de reconocimiento más lo del os miembros firmantes de INACAL e IAC

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

≈=Valor numérico=Límite de detección del método, ≈=Valor Numérico=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento la anula.

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Perú: Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (051)4432394 - (051)444532



ANEXO 12. Resultado de análisis de agua en el tercer punto



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-21-00011

Fecha de emisión: 29/01/2021

Página 2 de 3

Clave generada : 41FA256

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Codigo Interno L.A.S	Nombre de Muestra	802													
		Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
AG21000017	PUNTO 3 RIO SUCHES	<=0.0024	1,07	<=0.0063	0.03296	<=0.000079	5,56	<=0.00117	0.000943	0.00040	0.0027	1,76	1,10	0,01464	

Codigo Interno L.A.S	Nombre de Muestra	802												
		Mg	Mn	Ni	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO2	Sr	Sr	Ti
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG21000017	PUNTO 3 RIO SUCHES	2,466	0,06115	<=0.00036	2,45	0,00298	0,0593	0,0022	<=0.00049	<=0.002	5,506	0,00138	0,0368	0,01051

Codigo Interno L.A.S	Nombre de Muestra	802		
		Ti	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L
AG21000017	PUNTO 3 RIO SUCHES	<=0.0013	0,00158	0,0169


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Srta. Vicenta Juárez Neira
 Gerente General
 Ing. Químico C.I.F. 19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes del RAC o ILAC"

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

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Chico C-1 C. Colorado-Ancopis-Puno.(054)442294 - (054)444562



ANEXO 13. Resultado de análisis de sedimento en el primer punto

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipe Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-21-00002

Hoja de resultados

26/01/2021

Pág: 3/3

Código Número #	Nombre de Muestra	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003	*1003
		Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ta	Tl	Tl	V	Zn
		NT	MT	NT	MT	NT	MT	NT	MT	NT	MT
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
SD01000002	PUNTO 1 CABECERA DE LA LAGUNA SUCHES	01,17	1,16	≡0,1E	≡4	9,61	≡0,20	34,68	≡0,16	23,83	02,94

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sido Vicente Juárez Melina
Gerente General
Irg. Camino C.I.T. 19104

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

NH-18 N° 1205

ANEXO 14. Resultado de análisis de sedimento en el segundo punto

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipe Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-21-00003

Hoja de resultados

26/01/2021
Pág.: 3/3

Código Interno #	Nombre de Muestra	*1903	*1083	*1903	*1983	*1903	*1983	*1903	*1983	*1903	*1983
		Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Te	Tl	Tl	V	Zn
		MT	BT	MT	BT	MT	BT	MT	BT	MT	BT
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
5221000003	PUNTO 2 RIO SUCHES / RIO JAPOCOLLO	52,53	1,15	≅0,16	≅4	14,12	≅0,38	50,16	≅0,18	26,26	46,63


 Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.L.
 Srta. Vicenta Juárez Neira
 Gerente General
 Ing. Química C.I.F. 19474

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

NH-18 N° 1208

ANEXO 15. Resultado de análisis de sedimento en el tercer punto

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelosur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-SD-21-00004

Hoja de resultados

26/01/2021

Pág.: 3/3


Código Informe #	Nombre de Muestra	*7903	*7083	*7903	*7083	*7903	*7083	*7903	*7083	*7903	*7083	*7903
		Pb	Sb	Se	Sn	Sr	Ta	Ti	Tl	V	Zn	
		MT	MT	MT	MT	MT	BT	MT	BT	MT	BT	
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
SD1900004	PUNTO 3 RIO SUCHES	66,18	1,49	<=0,16	<=4	12,03	<=0,25	62,93	<=0,16	28,33	68,64	


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sede: Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Dulcineo C. R. 1947

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

NH-18 N° 1211

ANEXO 16. Cadena de custodia – suelo y sedimento

H.C.C. N°: _____					HOJA: _____ de _____					
	Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda. Parq. Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado Arequipa. Teléf. (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com			CADENA DE CUSTODIA - SUELOS Y SEDIMENTOS (MONITOREO AMBIENTAL)			Código Reg F-0- Versión: 00			
							Aprob por GSGI Fecha Rev			
Señores: _____		RUC: _____		Teléfono: _____		e-mail: _____				
Dirección: _____		Proyecto/ Programa: _____		Consultas: Ing. Sixto Juárez Ing. Omar Juárez						
Atención: _____		Muestra(s): Puntual(es) <input type="checkbox"/> _____ Composito(s) <input type="checkbox"/> _____		e-mail: las@laboratoriosanaliticosdelsur.com						
Responsable del muestreo: _____										
Codigo LAS (campo para ser llenado solo por el laboratorio)	Fecha	Hora	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		Envase		Cantidad de muestra (g)	
					Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	Plastico	Vidrio		
NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo					Campos para llenarse cuando se reciben las muestras en LAS					
Observaciones:					Muestras recibidas intactas: _____					
					Fecha de recepción: _____					
					Hora de recepción: _____					

ANEXO 17. Cadena de custodia – agua

	Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda. Parq. Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado Arequipa. Teléf. (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com	CADENA DE CUSTODIA - AGUA	H.C.C. Nº: _____ HOJA: _____ de _____
			Código Reg: F-010-02 Versión: 01 Aprob por: Jefe Monitoreo de Aguas Fecha Rev: 16/10/2019

Señores: _____	RUC: _____	Teléfono: _____	e-mail: _____	Consultas: Gerencia de Operaciones						
Dirección: _____	Proyecto/ Pro									
Atención: _____	Muestra(s): <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Puntual(es) para formar compósito</td> <td style="width: 20px; text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Puntual(es)</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Composito(s)</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>			Puntual(es) para formar compósito		Puntual(es)	x	Composito(s)		
Puntual(es) para formar compósito										
Puntual(es)	x									
Composito(s)										
Responsable del muestreo: _____				e-mail: las@laboratoriosanaliticosdelsur.com						

Codigo LAS (campo para ser llenado solo por el laboratorio)	Fecha	Hora	Matriz*	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		N° frascos		Volumen total (L)
						Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.	Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	Plastico	Vidrio	

Los datos de muestreo proporcionado por el cliente, tiene valor de declaración jurada. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por el muestreo, ni por la información relacionada cuando la muestra es proporcionada por el cliente.

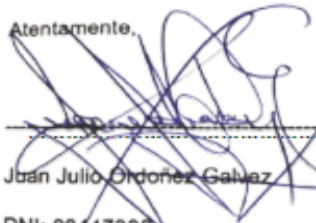
NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo	Campos para llenarse cuando se reciben las muestras en LAS											
Observaciones:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"> </td> <td style="width: 20px; height: 20px;"> </td> </tr> </table>	SI	NO			<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"> </td> <td style="width: 20px; height: 20px;"> </td> </tr> </table>	SI	NO			Blanco viajero: Blanco de Campo: Duplicados:	Fecha de recepción: _____ Hora de recepción: _____ Temperatura CV: _____
SI	NO											
SI	NO											
	Recipiente(s) adecuado(s): Muestras recibidas intactas: Conservación de muestras: Condiciones transporte:											

(*) **Matriz de muestra:** Leer la información de hoja anexa para colocar las siglas.


Anexo 18. Instrumento de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS												
Titulo		Características hidráulicas y la concentración de plomo en agua y sedimentos en el río Suches - frontera Perú - Bolivia - 2021										
Línea de investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales										
Facultad		Ingeniería Ambiental										
Integrante		Patricia Ponce Suacapuca										
Fecha												
N.º	Puntos	Plomo en agua	Plomo en sedimento	Tramo	Área	Profundidad	Longitud	Tiempo	Velocidad	Distancia	Coordenadas	
											Este (x)	Norte (y)

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


 RENIER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 71993


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450

Anexo 19. Validación de instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
- 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Atentamente,
Lima, 26 de febrero del 2020

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITES ALFARO ELMER
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Docente investigador
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Patricia Ponce Suacapuca

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

x

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Lima, 26 de febrero del 2020


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Acosta Suasnabar Eusterio Horacio
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.5. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

80%

Lima, 26 de febrero del 2020


 Dr. HORACIO ACOSTA S.
 CIP N° 25450