

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA



**“DETERMINACION DE LOS NIVELES DE MERCURIO, CADMIO,
ALUMINIO Y PLOMO EN LAS AGUAS DE RIEGO DEL FUNDO
SANTA ROSA – 2019”**

PRESENTADO POR Bach. COTRINA SANCHEZ YUSSELLY VANESSA

Bach. ARRASCUE BARRAGAN CRHISTIAN ANGHELO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR DE TESIS

Damos la conformidad del presente informe, desarrollando el cumplimiento el objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para Obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.N° 121-2020-UNS-FI); intitulado:

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO,
CADMIO, ALUMINIO Y PLOMO EN LAS AGUAS DE RIEGO
DEL FUNDO SANTA ROSA-2019”**

TESISTAS:

BACHILLER: COTRINA SÁNCHEZ YUSSELLY VANESSA

BACHILLER: ARRASCUE BARRAGAN CRHISTIAN ANGHELO



Ms. Walyol Kaiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE



Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA



Ms. Santos Herrera Cherras
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 6:00 p.m. del día 18 de marzo del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente), Ing. Gloria Patricia Quispe Silva (Secretaria), Ms. Santos Herrera Cherras (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N° 019-2021-UNS-CFI y Resolución Decanal N°113 -2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **"DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO, CADMIO, ALUMINIO Y PLOMO EN LAS AGUAS DE RIEGO DEL FUNDO SANTA ROSA-2019"**, solicitado por los bachilleres: **COTRINA SÁNCHEZ YUSSELLY VANESSA**, con código de matrícula N° 0201215047 y **ARRASCUE BARRAGAN CRHISTIAN ANGHELO**, con código de matrícula N° 0201215012, quienes han sido asesorados por el docente: Ms. Santos Herrera Cherras, según Resolución N° 590-2019-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
COTRINA SÁNCHEZ YUSSELLY VANESSA	15	BUENO

Siendo las 7:00 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, marzo 18 de 2021


Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE


Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA


Ms. Santos Herrera Cherras
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 6:00 p.m. del día 18 de marzo del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez(Presidente), Ing. Gloria Patricia Quispe Silva(Secretaria), Ms. Santos Herrera Cherras(Integrante, en cumplimiento a la Resolución N° 019-2021-UNS-CFI y Resolución Decanal N°113 -2021-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada : **"DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO, CADMIO, ALUMINIO Y PLOMO EN LAS AGUAS DE RIEGO DEL FUNDO SANTA ROSA-2019"**, solicitado por los bachilleres: **COTRINA SÁNCHEZ YUSSELLY VANESSA**, con código de matrícula N° 0201215047 y **ARRASCUE BARRAGAN CRHISTIAN ANGHELO**, con código de matrícula N° 0201215012, quienes han sido asesorados por el docente: Ms. Santos Herrera Cherras, según Resolución N° 590-2019-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar :

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ARRASCUE BARRAGAN CRHISTIAN ANGHELO	15	BUENO

Siendo las 7:00 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, marzo 18 de 2021


Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE


Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
SECRETARIA


Ms. Santos Herrera Cherras
INTEGRANTE

Dedicatoria

A DIOS, por su infinito amor y, sobre todo
por poner en mi camino personas maravillosas.

A mis PADRES José y María, por darme la vida, en
especial a mi amada MADRE por hacerme llenar
de orgullo, te amo y no va a haber manera de
devolverte todo el apoyo que me brindas gracias
por tu amor incondicional, esfuerzo y sacrificio
que hizo posible brindarme estudios superiores.

A Brigyt y Denisse, que me han
ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo y
que va creciendo con la llegada de mi Sergio Didier y mi Samantha Sofía
Gracias hermanitas.

Yusselly Vanessa

Dedicatoria

A DIOS, por su amor y por guiarme por el camino
correcto y ser una persona de bien en la sociedad,
manteniéndome con buena salud para poder
cumplir mis metas.

A mi Madre Rosario, por todo su apoyo incondicional,
sus consejos brindados y ser el motivo de superación día a día.

A la memoria de mis abuelos Pedro y Rosa,
por enseñarme a cultivar los principios y valores en
mi para ser cada día mejor profesional y mejor ser humano.

Crhistian Anghelo

Agradecimientos

A Dios y la Virgen María por permitirnos llegar hasta este punto de nuestras vidas, por la salud y por acompañarnos siempre en cada paso que damos.

A la familia por su apoyo incondicional y desinteresado, en especial a nuestras adoradas madres por habernos formado como seres de bien y porque siempre serán un ejemplo a seguir.

Al Ing. Ms. Santos Herrera Cherras, por aceptar ser nuestro asesor convirtiéndose en parte del equipo de trabajo y compartir e impartirnos sus experiencias y conocimientos para de esta manera enriquecer nuestros conocimientos como futuros profesionales.

De igual modo agradecer a todas las personas que formaron parte de este equipo y que sumaron con un granito de arena durante todo el proceso de realización de este trabajo.

Yusselly Vanessa y Crhistian Anghelo

Resumen

La presencia de la minería informal e ilegal a lo largo de ribera del Río Santa en las partes altas, principal abastecedor de agua de riego del valle de Santa, Ancash, hacen sospechar de la presencia de metales pesados en sus aguas, debido a las descargas de aguas residuales que son vertidas aguas arriba. Estas aguas son utilizadas para el riego de los principales cultivos que se instalan aprovechando el agua de este río, algunos de estos cultivos sirven de alimento de animales, humanos e incluso para cultivos de agro exportación, que se podrían estar contaminando, por la presencia de estos metales pesados.

El objetivo principal de la presente investigación fue la de encontrar los niveles de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo presentes en las aguas de riego utilizadas en el fundo Santa Rosa en el Distrito del Santa, para hacer una comparación con los ECA establecidos para calidad de agua, por el Ministerio del Ambiente de Perú. La investigación que se ha desarrollado es de tipo no experimental, para este estudio se identificaron 03 puntos en donde se tomaron las muestras.

Para la recolección de muestras se siguió el procedimiento establecido en el “Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, tipo de muestra simple o puntual. Dando un total de 3 muestras. Los resultados más saltantes obtenidos muestran que, el Aluminio supera los ECAs, y se recomendó seguir analizando las aguas utilizadas en el riego de los cultivos instalados en el Fundo Santa Rosa de la UNS, en épocas de estiaje para la verificación de aumento o disminución de los niveles de concentración de metales pesados estudiados en esta investigación.

PALABRAS CLAVE: Metales pesados – Agua de riego

Abstract

The presence of informal and illegal mining along the banks of the Río Santa in the upper parts, the main supplier of irrigation water to the Santa Valley, Ancash, makes one suspect the presence of heavy metals in its waters, due to discharges of wastewater that is discharged upstream. These waters are used for the irrigation of the main crops that are installed taking advantage of the water of this river, some of these crops serve as food for animals, humans and even for agro-export crops, which could be contaminated, due to the presence of these heavy metals.

The main objective of the present investigation was to find the levels of Mercury, Cadmium, Aluminum and Lead present in the irrigation waters used in the Santa Rosa farm in the District of Santa, to make a comparison with the ECAs established for quality of water, by the Ministry of the Environment of Peru. The research that has been developed is non-experimental, for this study 03 points were identified where the samples were taken.

For the collection of samples, the procedure established in the "National Protocol for monitoring the quality of Surface Water Resources" was followed, approved by Chief Resolution No. 010-2016-ANA, type of simple or specific sample. Giving a total of 3 samples. The most salient results obtained show that Aluminum exceeds the ECAs, and it was recommended to continue analyzing the water used in the irrigation of the crops installed in the Santa Rosa Estate of the UNS, in times of low water to verify the increase or decrease of the concentration levels of heavy metals studied in this investigation.

KEYWORDS: Heavy metals – Irrigation water.

Índice General

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación.....	6
1.5. Limitaciones del trabajo.....	7
II. Marco Teórico.....	8
2.1. El agua.....	8
2.2. Calidad del agua.....	8
2.3. Contaminación en cuerpos de agua.....	9
2.4. Contaminación de ríos.....	9
2.5. Parámetros físicos - químicos.....	10

a.	Conductividad eléctrica.....	10
b.	Temperatura.....	11
c.	pH.....	11
2.5.1.	Metales pesados	12
a.	Mercurio (Hg).....	13
b.	Cadmio (Cd)	14
c.	Aluminio (Al).....	15
d.	Plomo (Pb)	16
2.5.2.	Importancia del análisis de metales pesados en agua	17
2.5.3.	Impactos al ecosistema	18
2.6.	Marco normativo	18
2.6.1.	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales	18
2.6.2.	Estándares de calidad ambiental para agua	23
III.	Materiales y Métodos.....	27
3.1.	Materiales	27
3.1.1.	Materiales de campo	27
3.1.2.	Materiales y equipos de oficina	27
3.2.	Métodos.....	28
3.2.1.	Ubicación del experimento.....	28

3.2.3. Evaluación de los indicadores físicos - químicos en el agua del fundo Santa Rosa	29
3.2.4. Determinación de las concentraciones de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo en el agua del fundo Santa Rosa	30
a. Recolección de muestras del agua superficial	30
IV. Resultados y Discusiones	31
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	39
VI. Referencias bibliográficas	41

Lista de Cuadros

1: Estándares de calidad ambiental para agua D. S. 004-2017	25
2: Estándares de Calidad Ambiental para agua D. S. 004 - 2017	26
3: Ubicación de estaciones de evaluación	29
4: Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 1	31
5: Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 2	31
6: Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 3	32

Lista de Gráficos

1: Escala de pH y Rango	11
2: Rango de pH.....	12
3: Ubicación de los Puntos de Evaluación.	28
4: Determinación de la Concentración de Mercurio	33
5: Determinación de la Concentración de Aluminio.....	¡Error! Marcador no definido.
6: Determinación de la Concentración de Cadmio	¡Error! Marcador no definido.
7: Determinación de la Concentración de Plomo.....	¡Error! Marcador no definido.

Anexos

1: Cadena de custodia.....	47
2: Toma de muestra en el punto 1	48
3: Toma de muestra en el punto 3	48
4: Toma de muestra de pH y CE en el punto 2	49
5: Toma de muestra en el punto 2	49
6: Acta de muestreo.....	50
7: Resultados de los parámetros físico- químicos del punto 1	51
8: Resultados de los análisis de metales pesados del punto 1	52
9: Informe del ensayo del punto 1	53
10: Resultados de los parámetros físico- químicos del punto 2	54
11: Resultados de los análisis de metales pesados del punto 2	55
12: Informe del ensayo del punto 2.....	56
13: Resultados de los parámetros físico- químicos del punto 3	57
14: Resultados de los análisis de metales pesados del punto 3	58
15: Informe del ensayo del punto 3.....	59

I. Introducción

1.1. Antecedentes

1.1.1. En América Latina

Miranda (2017), en su artículo realizado en el estuario del río Chone, Ecuador, concluye, que las concentraciones de cadmio fueron mayores en el lugar P4 (0,129 mg/L). En el sedimento, el valor de cadmio en el lugar P2 presentó mayor acumulación (0,0033 mg/L), para plomo, los sitios con mayor nivel fueron P5 y P6 (0,18 – 0,21 mg/L respectivamente). Los resultados evidencian concentraciones altas de cadmio según el análisis de su investigación.

Gómez , Villalba, Acosta, Castañeda y Kamp (2004) concluye, en su tesis de indagación sobre la calidad del agua superficial del río San Pedro, Sonora, México, obteniendo resultados con valores superiores a los máximos permitidos según los criterios ecológicos de calidad de agua (SEDUE 1989) en los parámetros: Cd (0.255 mg/l), Cu (1.12 mg/L), Fe (3.02 mg/L), Mn (3.39 mg/L), Ni (0.43 mg/L), Pb (0.30 mg/L) y Zn (11.19 mg/L).

1.1.2. En el Perú

Flores (2016), en su tesis desarrollada en la sub cuenca del río Grande, Cajamarca, señala, que el plomo fue el único metal que en los cinco puntos de monitoreo sobrepasó los estándares de calidad ambiental para agua, siendo su máxima

concentración en el lugar antes de la bocatoma de la captación de aguas para la planta de tratamiento “El Milagro” fue de (0,246 mg/L -1), donde superó en 392% al ECA.

Girón y Villalobos (2014), en su tesis señala, la presencia de metales pesados en el río Motil como: arsénico, zinc, hierro, plomo y mercurio en concentraciones menores de los ECAs – agua establecidos en el DS – 002 – 2008 MINAM anexo I para agua de categoría I y III, con relación al cobre este se encuentra en concentraciones dentro del rango establecido por el mencionado decreto.

Paredes (2013), en su tesis desarrollada en la cuenca media del río Moche, La Libertad, concluye, que se encontraron como valores máximos de Plomo dentro del rango de 0.515 mg/L, 0.35 mg/L en Samne y Shirán superando los límites permisibles en la categoría IV de los estándares de calidad. Asimismo, se encontró valor máximo para Cadmio (Cd) fue de 0.009 mg/L en Samne y Shirán estimado levemente fuera del límite permisible por la categoría IV de los estándares de calidad ambiental para Aguas (ECAs).

Chata (2015), en su estudio realizado en la cuenca del río Coata, Puno, señala que las concentraciones de Mercurio en agua fueron inferiores a 0.0002 mg/L, la concentración promedio de arsénico fue 0.048 mg/L, en el Plomo la concentración promedio fue de 0.014 mg/L y en el Cadmio los resultados fueron inferiores a 0.0005 mg/L, donde se demuestra que ninguno de los metales pesados analizadas en muestras de agua superan los estándares nacionales de calidad ambiental para bebida de animales y riego de vegetales de consumo crudo.

Apaza (2015), afirma, que la concentración inicial del metal Pb (0.2889 mg/L), presente en las aguas del río Torococha. El cual supera la ley general de aguas en su categoría 3, donde para Pb es 0.05mg/L.

Sotero y Alva (2013), en su investigación de los niveles de metales pesados en agua y sedimento en el bajo Nanay, en la amazonia del Perú. Los resultados del análisis de agua, el Plomo y mercurio se encuentran presentes en concentraciones mayores de lo indicado por las normas nacionales. El Plomo tanto en creciente es en promedio de 0,111 ppm y 0,053 ppm respectivamente y el Mercurio en vaciante se encuentra en 0,008 ppm. Del mismo modo la presencia de Mercurio es alta en los sedimentos que acompañan a este río con 1,636 ppm en creciente y 3,03 ppm en vaciante.

1.1.3. En la región Ancash

Araujo Jiménez (2003) citado por Alvites (2008), al hacer el estudio de la calidad de las aguas de la cuenca del río Santa, para su uso agrícola y doméstica a través de un análisis físico químico del agua, menciona que en las aguas de este río se han encontrado valores muy por encima de los valores máximos permitidos para los casos de Plomo, Arsénico y Mercurio.

Estudios han demostrado que los ríos son contaminados por las evacuaciones mineras, así CEDEP (2000) citado por Alvites (2008), menciona que la contaminación de las aguas de la cuenca del río Santa, obedece principalmente a las

actividades agrícolas, mineras y poblacional. Menciona también que la actividad minera afecta las aguas del río Santa, mediante la emisión de sólidos o lodos que conforman los conocidos relaves, residuos que contienen metales pesados, quienes al ser evacuados hacia los afluentes del Santa llegan hasta él, con una carga preocupante, estudios realizados al respecto han demostrado la presencia de diferentes concentraciones de minerales pesados como hierro, plomo, cobre, cadmio, etc., cabe mencionar que la industria minera descarga 1293,937 m³/ año de residuos y efluentes líquidos al río Santa.

La contaminación del río Santa cuyas aguas son utilizadas para la agricultura del valle y el servicio de agua para Nuevo Chimbote, se ha originado por el derrame de la minería Pushaquilca, debido a sus precarias condiciones y falta de control. El derrame de minería contamina aguas del río Santa, según la denuncia del presidente de la Junta de Usuarios del Agua, Ascadio Díaz, la minería representada por Miguel Orbegozo Tudela, sufrió el jueves el colapso en las rampas del nivel 4136, lo cual embalsó el agua y este se derramó sobre la laguna Pelagatos. Los comuneros constataron la contaminación de las aguas, por lo que llamaron a la fiscalía, la Policía y el personal del centro médico. Ellos recorrieron toda la zona y advirtieron que esta agua desemboca en el río Santa. Ascadio Díaz recordó que estas aguas llegan hasta la costa de Ancash y son utilizadas por los agricultores. “estos relaves constituyen un riesgo potencial para los poblados. El agua es amarilla, se contamina con facilidad, por lo que hacemos un llamado a las autoridades distritales, provinciales y regionales para investigar y encontrar a los culpables, entre ellos pasivos mineros, a fin de no

seguir con la contaminación, por lo que se usa para la agricultura, consumo humano y animales”, invocó el dirigente.

El acalde de Pampas, Marcial Valerio, manifestó que se vino alertando de este posible derrame desde agosto del 2018 al Ministerio de Energía y Minas para que proceda con el cierre, pero esta cartera nunca realizó la inspección y dejó operar a esta empresa de manera informal. Según La Industria (2019).

1.2. Formulación del Problema

¿Las aguas de riego provenientes Rio Santa, utilizadas en el fundo Santa Rosa, contienen Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

- Encontrar los niveles reales de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo en las aguas de riego del Fundo Santa Rosa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de Mercurio, Aluminio, Cadmio y Plomo en el agua utilizada en el Fundo Santa Rosa.
- Tomar muestras de agua de riego de los canales que abastecen de agua al fundo Santa Rosa de la UNS desde la toma del canal Santa Rosa, hasta la toma de ingreso al fundo.
- Determinar la calidad del agua del Fundo Santa Rosa con respecto a los ECAs.

1.4. Justificación

El agua es el recurso fundamental para la vida de todo ser vivo, al ser estas aguas utilizadas para el riego de parcelas o terrenos para la producción de alimentos de primera necesidad, ya sea comercial o de consumo directo en la dieta diaria por la población; la presencia de metales pesados tanto en el ambiente como en el agua tiene implicancias importantes por los efectos tóxicos que produce en los seres vivos, ya que dichos metales son de carácter acumulativo tanto en el suelo como en especies vegetales provocando enfermedades irreversibles e incluso la muerte.

Mayormente estos provienen de relaves mineros ilegales existentes en el valle, causadas también por la lixiviación de los terrenos de cultivo en los que se ha producido una acumulación previa de dichos elementos debido al uso o abuso de pesticidas, fertilizantes y desechos orgánicos en el valle. Por ello, es importante su estudio y monitoreo ya sea para investigaciones futuras o soluciones inmediatas al problema.

Debido a la importancia que han adquirido los metales pesados, se ha convertido en un tema de actual interés tanto en el campo ambiental como en de la salud pública. Esto debido a que los daños que causan son tan severos y en ocasiones ausentes de síntomas, que nos ha llevado por tal motivo a realizar este presente trabajo de investigación cuya finalidad es aportar información a la comunidad santeña, ancashina, este trabajo está enfocado en obtener datos reales y precisos lo cual servirán como base para futuras investigaciones a realizarse en la zona o en otro

punto del país. Así mismo tratamos de concientizar o sensibilizar a la población en general en cuanto al tema presentado puesto que el agua es un recurso de vital importancia.

1.5. Limitaciones del trabajo

Las limitaciones encontradas, fueron de aspecto económico ya que, al ser un trabajo de investigación con metales pesados, los análisis vienen a ser costosos y por ende solo se consideraron solo en 03 puntos de muestreo.

II. Marco Teórico

2.1. El agua

El agua es un disolvente universal, por lo tanto, tiende a formar reacciones con otros elementos, entre ellos son los metales pesados. El agua contaminada es aquella que se presenta cuando una sustancia o condición altera su estado o composición. El agua es un elemento que existe en abundancia sobre la tierra. Se presenta en tres estados y son: sólido (hielo líquido, ríos, arroyos y mares), y gaseoso (nubes, niebla). Desde el punto de vista químico, el agua en estado puro es un compuesto binario de oxígeno e hidrógeno. El agua, ya sea en cualquiera de los estados, es primordial para (animales, generación eléctrica, riego, recreación, industria, consumo humano, turismo, etc.), por eso es primordial para asegurar la sustentabilidad de los ecosistemas de la tierra. (Aguilar e Iza, 2009).

2.2. Calidad del agua

La calidad del agua se refiere al estado en que se encuentra con relación a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o posteriormente de ser alteradas por la acción humana. La calidad del agua ha sido asociada al uso del agua para el consumo humano, entendiéndose de que el agua es de calidad cuando puede ser adquirida sin producir daño a la salud. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos. (Custodio y Díaz, 2001)

La buena calidad de agua se considera cuando está exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores y estén libres de sustancias que

transmitan sensaciones desagradables para el consumo, como el olor, color, sabor o turbiedad. La calidad del agua es relativa y solo tiene importancia universal. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede ser no apta para la natación y un agua útil para el consumo humano y puede consistir inapropiado para la industria. (Lenntech, 2004).

2.3. Contaminación en cuerpos de agua

Las intoxicaciones más frecuentes se encuentran en el plomo, mercurio, cobre zinc, cromo, hierro, cadmio y magnesio, los cuales se introducen en los sistemas acuáticos mediante residuos de las industrias y desagües. El interés de investigar los niveles de contaminación de metales pesados y metaloides en los ambientes acuáticos radica en que no son degradables, son bioacumulables (Wright, 2003).

2.4. Contaminación de ríos

La contaminación del agua, ha declinado a partir de la década de los 90 en aproximadamente casi todos los ríos de América Latina, África y Asia. Entre sus causas principales se encuentra el incremento de los vertidos de aguas residuales no tratadas en las corrientes de agua dulce (ríos y lagos) y las prácticas no sostenibles del uso del suelo que aumentan la erosión y conducen a un incremento de las cargas de sedimentos y abonos. (UNESCO, 2016)

El río que transporta agua es ilación de lo que acontece en una cuenca (la vegetación, el clima y las actividades humanas) y, asimismo, es el resultado de su viaje a través de la vegetación, suelo y áreas urbanas. Además, trasportan sales, sedimentos y organismos, y las

complejas reacciones químicas y biológicas que se producen en los cauces fluviales y en parte son responsables de las características químicas del agua retenida en los grandes reservorios, como lagos y océanos. (Elosegi y Sabater, 2009) Los ríos pueden recuperarse ágilmente de los residuos degradables, demandantes del calor enorme y del oxígeno del agua por una mezcla de desintegración bacteriana y dilución. Este proceso natural de restauración funciona en los cursos que no estén sobrecargados con estos contaminantes y que no se reduzcan con sequías, presas o desviación a la agricultura o a la industria. Sin embargo, estos procesos naturales de degradación y dilución no eliminan los contaminantes no degradables o que se degradan con tranquilidad. La desintegración de residuos degradables por las bacterias reduce el oxígeno disuelto, lo cual reduce o elimina poblaciones de organismos con alta exigencia de oxígeno hasta que la corriente quede limpia de residuos. (Tyler, 2002)

2.5. Parámetros físicos - químicos

a. Conductividad eléctrica

Expresa salinidad, presencia considerable de sales en las aguas y que afecta la vida acuática; muchas de estas sales disueltas son compuestas que producen partículas eléctricamente cargadas (iones). Este indicador resultó admisible en todas las muestras analizadas, por lo que no existen evidencias de niveles de salinización de las aguas. (Clara , 2005)

La conductividad eléctrica es la medida de agua para surcar a una corriente eléctrica. La CE en un cuerpo de agua, se afecta por la disposición de sólidos inorgánicos disueltos, como cloruro, aniones, sulfato, nitrato y fosfato o cationes de magnesio, sodio, calcio, hierro,

aluminio y hierro, mientras los compuestos orgánicos tienen una baja CE. Asimismo, se ve afectada por la temperatura, cuanto superior es la temperatura del agua superior es la CE; por esta razón, la conductividad se reporta como conductividad a 25°C (EPA, 2015).

b. Temperatura

La temperatura del agua influye en la agilidad de los procesos fisiológicos de organismos, como la respiración microbiana que es garante de gran parte de la auto purificación que se produce en el agua. Altas temperaturas soportan tasas de crecimiento más rápidas y permiten cierta biota para lograr poblaciones significativas. En circunstancias naturales la temperatura del agua varía entre 0°C y 30°C (Chapman, 1996).

c. pH

El pH se mide entre 0 a 14 en solución acuosa, siendo ácida las soluciones con pH menores de 7 y básicamente las mayores de 7. El pH igual a 7 indica la neutralidad de una sustancia. Las aguas contaminadas con zonas de descargas industriales pueden poseer un pH estrechamente ácido. (APHA, 1992)

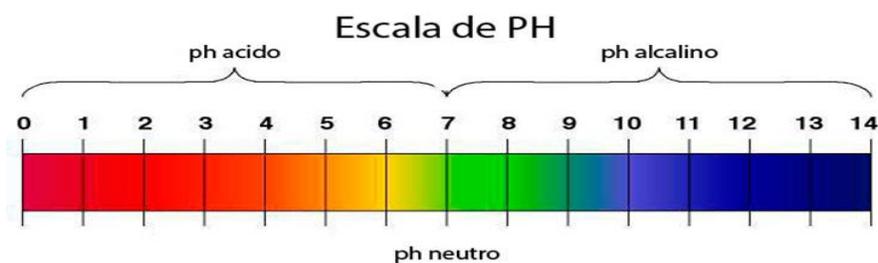


Gráfico 1 Escala de pH y Rango

Fuente: Copacoila (2017)

Valor del pH	Ejemplos
0	Ácido de batería
1	Ácido sulfúrico
2	Zumo de limón, Vinagre
3	Zumo de naranja, bebida gaseosa
4	Lluvia ácida
5	Lluvia limpia
6	Leche
7	Agua destilada
8	Agua salada
9	Bicarbonato
10	Leche de magnesio
11	Amoníaco
12	Agua jabonosa
13	Blanqueador
14	Líquido limpiador de desagües

Gráfico 2 *Rango de pH*

Fuente: Copacoila (2017)

El valor del pH en el agua es utilizado para saber su tendencia incrustante o corrosiva, y en las plantas de tratamiento de agua. El pH del agua puede obstaculizar en los resultados al momento de implementar métodos de desinfección y es un indicativo importante al momento de decidir que método utilizar. (Clara , 2005)

2.5.1. Metales pesados

Son elementos químicos con una gravedad específica de al menos 5 veces mayor que la de agua. La gravedad específica del agua es de 1 a 4 g/cm³. La gravedad específica, es la medida de una cuantía de sustancia sólida, cuando se compara con una cuantía igual de agua. Algunos metales tóxicos conocidos con una gravedad específica 5 o más veces mayores que la de agua son; el cadmio (8,65), hierro (7,9), plomo (11,34), y mercurio (13,546). (Lide, 1992)

Los metales se definen en semejanza con sus propiedades físicas en fase sólida como: alta reflectividad, alta conductividad eléctrica y conductividad térmica con propiedades mecánicas como; ductilidad y fuerza (Cornelis y Nordberg, 2007)

Los metales pesados presentes en agua son varios y habitualmente contaminan masas de agua por la actividad humana, causando problemas al ambiente y la población. Las aguas procedentes de las industrias como; la minería de recubrimientos metálicos, fundidoras y entre otras, contaminan el agua con diversos metales. Por ejemplo, las sales de metales como el mercurio y cadmio, son estrechamente tóxicas para la flora, fauna terrestres y acuáticas. (Derly, 2015)

Los metales pesados pueden proceder de fuentes naturales, y destacan por sus efectos tóxicos a los organismos acuáticos. Los compuestos que contienen 14 metales pesados se pueden perturbar; pero, los elementos metálicos permanecen en el ambiente pudiendo ser acumulados como iones de compuestos orgánicos en organismos por amplios periodos. (Chiang, 1989)

a. Mercurio (Hg)

El mercurio es el elemento químico de número atómico 80. Su abreviatura (Hg) procede de hidrargirio, del latín hidrargirium, y del griego hydrargyros (hydros=agua y argyros=plata). En el medio ambiente existe de modo natural con una gran diversidad de formas, al igual que el cadmio y el plomo.

El mercurio es uno de los mejores ejemplos de la multiplicación de efectos tóxicos de los metales dependiendo de la forma química en que se encuentre. Las principales formas en las

que se presenta una importante toxicidad son en estado elemental y como compuestos organomercuriales, de los que cabe destacar el metilmercurio.

El mercurio en el ambiente acuático quedará reunido al sedimento y será transportado por las corrientes fluviales. Una porción del mercurio cuando permanece disuelta en la columna de agua, afecta la cadena trófica. Los microorganismos de representación natural transforman el mercurio en metilmercurio un compuesto organometálico que es más tóxico a dosis bajas, que en estado puro. (Weinberg, 2010)

- Riesgos

Los compuestos de mercurio que se fabrican para las actividades, se aplican en fungicidas sobre semillas, bulbos, raíces e incluso sobre la misma planta. En los ecosistemas acuáticos con la asistencia de oxígeno el mercurio se ioniza y se reduce para dar mercurio metálico. A partir del tema toxicológico, las formas de mercurio con interés trascendental son el mercurio elemental y los compuestos alquimercuriales de cadena corta, son más tóxicos que otros derivados, se absorben aceleradamente y traspasan el tracto gastrointestinal, placenta y dañan irreversiblemente el sistema nervioso céntrico, y se destoxifica paulatinamente.

b. Cadmio (Cd)

Elemento descubierto por Stromeyer en 1817 y descritos sus primeros efectos de intoxicación y envenamiento por Sovet en 1858. Es un metal ampliamente representado en los ambientes terrestres y acuáticos, pero en concentraciones relativamente muy bajas.

La presencia del cadmio en el agua dependerá de la fuente donde proviene y la acidez del agua, es probable que en algunas aguas superficiales que contengan un poco más de

microgramos de cadmio por litro, se hallan contaminado por descargas de desechos industriales o por lixiviación de áreas de relleno, también se da por suelos a los cuales se le han agregado lodos cloacales.

- Riesgos

El Cadmio puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades que pueden conllevar serios riesgos para la salud humana. Su alta toxicidad provoca serios trastornos en la acción enzimática de la planta. Se le atribuye una evidente consecuencia en la disminución del crecimiento, la expansibilidad de la pared celular, el contenido de clorofila. Todos los efectos negativos varían de una especie a otra. Con vínculo a la consecuencia del As se presume que la alta afinidad de este elemento con los grupos tilo (-SH) determina trastornos en los procesos enzimáticos y en algunos de los procesos metabólicos de las plantas.

c. Aluminio (Al)

El aluminio es un metal ubicuo en el medio y el más exuberante en la corteza terrestre, mezclado siempre con otros elementos. Es soltado al medio por procesos naturales, procesos de erosión del suelo y erupciones volcánicas, y por acciones antropogénicas. La fuente más primordial de producción del metal es la bauxita, que contiene un 55% de óxido de aluminio. Las actividades industriales, como la fundición, son el comienzo primordial de los

vertidos al ambiente. El uso del aluminio asimismo está detallado en la industria alimentaria y en el tratamiento del agua de bebida. (Soni , White, Flamm y Burdock, 2001)

- **Riesgos**

Los efectos del aluminio son fundamentalmente íntegros a los problemas de acidificación. El aluminio puede acumularse en las plantas y producir problemas de salud a animales que consumen esas plantas. Las concentraciones de aluminio estrechamente son altas en lagos acidificados. (Peris, 2006)

d. Plomo (Pb)

Es un metal pesado de baja temperatura de fusión, de color gris azulado que ocurre naturalmente en la corteza terrestre y pocas veces se encuentra en la naturaleza en forma de metal. Universalmente se encuentra combinado con otros dos o más elementos formando compuestos de plomo. Los niveles de reunión de plomo en el medio ambiente han aumentado más de mil veces durante los tres últimos siglos como resultado de la actividad humana. Los vertederos pueden contener desechos de minerales de plomo descendiente de la manufactura de municiones o de otras actividades industriales como por ejemplo la manufactura de baterías. El plomo es removido del aire por la lluvia y por partículas que caen al suelo o a aguas superficiales. Una vez que el plomo cae al suelo, se adhiere potentemente a partículas en el suelo y permanece en la capa superior del suelo. (CEDEX, 2010)

- **Riesgos**

El plomo puede poseer una amplia diversidad de efectos biológicos en el ser humano según el nivel y la permanencia de la exposición. Se han observado efectos en el plano sub celular y efectos en la actividad general del organismo que van desde el inicio de la inhibición de las enzimas hasta la producción de acusados cambios morfológicos y la mortalidad. Estos cambios se producen a dosis muy diferentes y es más sensible para el ser humano que está desarrollándose. (Machaca, 2013)

Por razones metabólicas, neurológicas y mentales, los niños son más frágiles a los efectos del plomo que los adultos. Se sabe que el plomo provoca lesiones en el riñón que se caracterizan por aminoaciduria generalizada, hipofosfatemia con hiperfosfaturia relativa y glucosuria acompañada de cuerpos de inclusión nuclear, modificaciones mitocondriales y citomegalia de las células epiteliales de los tubos proximales. (Bautista , 1999)

2.5.2. Importancia del análisis de metales pesados en agua

En los últimos años la contaminación de las aguas naturales por metales es un fuerte problema debido al incremento de industrialización y urbanización. Entre los metales de mayor importancia toxicológica y ecotoxicológica en ambientes acuáticos figuran el mercurio (Hg), arsénico (As), cromo (Cr), plomo (Pb), cadmio (Cd), níquel (Ni) y zinc (Zn), pues para la mayoría de los organismos la exposición por encima de una concentración umbral puede ser extremadamente toxica (Castañe, L, & Cordero, 2003).

De acuerdo a la lista de contaminantes prioritarios de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), los metales tóxicos son: arsénico, cromo, cobalto, níquel, cobre, zinc, cadmio, mercurio, titanio, selenio y plomo. La Agencia para Sustancias Tóxicas

y el Registro de Enfermedades (ATSDR) considera entre sus sustancias más peligrosas al plomo, mercurio, arsénico y cadmio.

2.5.3. Impactos al ecosistema

(Reynolds, 2002) afirma. “Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un profundo grado de vulnerabilidad, por negligencia, fallo de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de proteger, la falta de autoridades, profesionales y técnicos competentes al tema”. Los efectos carcinogénicos de los metales pesados y metaloides han sido estudiados extensamente.

La agencia internacional para la investigación sobre el cáncer (IARC), clasifica a las sustancias de acuerdo a su situación carcinogénica. En el grupo 1 se encuentran los compuestos del cromo (VI), arsénico orgánico e inorgánico, cadmio, fierro y níquel; en el grupo 2A se lista el plomo inorgánico y sus compuestos. (IARC, 2012)

2.6. Marco normativo

2.6.1. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

Este protocolo fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, con fecha 11 de enero del 2016, por la autoridad nacional del agua (ANA). El objetivo de esta resolución, es de estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la

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

6.1. Recursos Humanos

El monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales debe ser realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestra, preservación y transporte. Así mismo deberán conocer la zona de muestreo y las vías de acceso. Deberá contar como mínimo de 02 personas a fin de que se realice una distribución homogénea de las actividades de campo.

6.2. Recursos económicos

La actividad de monitoreo deberá contar con presupuesto para los siguientes aspectos: traslado del equipo de trabajo, envío de muestras, análisis de muestras por cada parámetro evaluado, alquiler de equipo de monitoreo, materiales de escritorio.

6.3. Tipos de muestra de agua

Existen 3 tipos de muestra, en este caso tomaremos el tipo de muestra simple o puntual, que consiste en tomar una porción de agua en un punto determinado para su análisis individual.

6.4. Planificación del monitoreo

Esta etapa se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas, los parámetros a evaluar, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística para el traslado del equipo y el análisis de las muestras.

6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de recursos hídricos superficiales debe realizarse de manera anticipada en gabinete. Para ello es necesario contar con un mapa y la recopilación de información se hace a través de herramientas informáticas.

6.6. Frecuencia del monitoreo

La frecuencia del monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que ocurren en determinados periodos.

6.7 Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección

Para ejecutar un monitoreo efectivo debemos preparar con anticipación los materiales de trabajo, soluciones estándar de pH, conductividad y formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia)

6.8. Seguridad en el trabajo de campo

- El personal que desarrolla el monitoreo debe contar con los EPP necesario para la ejecución de la actividad.
- La ubicación del punto debe garantizar el acceso y la toma de muestra de agua en condiciones seguras.

6.9. Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se deberá realizar el reconocimiento del entorno e indicar las observaciones del registro de campo tales como coloración anormal del agua, etc.

6.10. Rotulado y etiquetado

Los recipientes deber ser rotulados con etiquetas autoadhesivas. Cada muestra como mínimo debe contener los siguientes datos:

- Nombre del solicitante

- Código del punto de muestreo
- Fecha y hora de muestreo
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de activo (si lo requiere)

El etiquetado deber realizarse antes de la toma de muestra.

6.11. Medición de los parámetros de campo

Los parámetros de campo pueden ser pH, CE, oxígeno disuelto, temperatura, entre otros; para ellos se recomienda los siguientes pasos:

- Medir los parámetros como pH, temperatura, CE; la lectura debe ser inmediatamente luego de la toma de muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas, es necesario calibrar los equipos.
- Las mediciones deben registrarse en el formato de registro de datos de campo.
- Los equipos deben ser limpiados inmediatamente después de su uso entre muestreo y muestreo.

6.12. Procedimiento para la toma de muestras

La toma de muestras de ríos o quebradas de bajo caudal, es aplicable donde existe fácil acceso de ingreso.

Procedimiento:

- El personal responsable debe colocarse las botas y guantes descartables antes de la toma de la muestra.
- Colocarse en un punto medio, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- Medir los parámetros de campo directamente tomando un volumen adecuado en un balde limpio y evitar hacer remoción de sólidos.

- Coger un recipiente y quitar la tapa sin tocar la superficie interna del recipiente.
- Antes de colocar la muestra los frascos deben enjuagarse como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de parámetros orgánicos o microbiológicos.
- Coger la botella por debajo del cuello y sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.

6.13. Preservación, llenado de cadena de custodia, almacenamiento, conservación y transporte de las muestras.

a. Preservación

Una vez tomada la muestra se procede a adicionarle el preservante correspondiente para los parámetros requeridos, una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. Se deben tener en cuenta las medidas de protección en la manipulación de los reactivos utilizados.

b. Llenado de cadena de custodia

- Nombre la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo electrónico, número de teléfono del responsable de la toma de muestras.
- Nombre del proyecto o del monitoreo
- Código del punto de monitoreo o muestra
- Fecha y hora del monitoreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros a analizar por cada muestra
- Firma del responsable del monitoreo

- Observaciones en campo
- Para el ingreso al laboratorio, las muestras deben llevar la cadena de custodia protegida y dentro del cooler que contiene las muestras.

c. Almacenamiento, conservación y traslado de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro del cooler en forma vertical a fin de que no ocurran derrames. Para su conservación las muestras deben de mantenerse a una temperatura indicada dentro del cooler, los coolers deben mantenerse en la sombra para permitir una mejor conservación de la muestra. Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro.

6.14. Aseguramiento de la calidad del muestreo

Se recomienda que el laboratorio cuente con parámetros acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) o por una entidad internacional equivalente. (ANA, 2016)

2.6.2. Estándares de calidad ambiental para agua

Decreto supremo N° 004-2017-MINAM aprueban, estándares nacionales de calidad ambiental para agua, con el propósito de compilar las disposiciones aprobadas mediante el decreto supremo N° 002-2008-MINAM, el decreto supremo N° 023-2009-MINAM y el decreto supremo N° 015-2015- MINAM, que aprueban los estándares de calidad ambiental para agua, quedando sujetos a lo determinado en el actual decreto supremo y el anexo que forma parte integrante del mismo. Esta normativa modifica y elimina algunos parámetros, categorías y subcategorías de los ECA para agua, y mantienen otros que fueron aprobados

por los referidos decretos supremos. (MINAM, 2017) Este decreto define los valores que indican el nivel de concentración de parámetros químicos físicos y biológicos presentes en el aire, agua y suelo; donde estos valores no representan riesgo significativo para la salud y el medio ambiente. Asimismo, propone que el proceso de evaluación de estos parámetros se aplica el principio de gradualidad durante el curso de la evaluación. (MINAM, 2017)

Además, establece al ministerio del ambiente como una de sus funciones específicas la de aprobar los lineamientos metodologías, procesos y planeos para la aplicación de los 33 estándares de calidad ambiental (ECA) y límites máximos permisibles (LMP) para el agua. (MINAM, 2017)

Cuadro 1 Estándares de calidad ambiental para agua D. S. 004-2017

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animals
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animals
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos ($NO_3 - N$) Nitritos ($NO_2 - N$)	mg/L		100	100
Nitritos ($NO_2 - N$)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		$\Delta 3$	$\Delta 3$
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L		5	5

Fuente: MINAM (2017: D. S. 004 - 2017)

Cuadro 2 Estándares de Calidad Ambiental para agua D. S. 004 - 2017

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animals
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animals
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24
ORGÁNICO				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0,04	0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L		35	35
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín	µg/L		0,004	0,7
Clordano	µg/L		0,006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0,001	30
Dieldrín	µg/L		0,5	0,5
Endosulfán	µg/L		0,01	0,01
Endrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L		1	11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: MINAM (2017: D. S. 004 - 2017)

III. Materiales y Métodos

3.1. Materiales

3.1.1. Materiales de campo

- GPS
- Libreta de campo
- Lapiceros
- Ropa de campo
- Botellas de plástico con cierre hermético
- Caja térmica o cooler
- Cámara fotográfica
- Insumos
- Preservante (HNO_3)

3.1.2. Materiales y equipos de oficina

- Laptop
- Papel bond
- Lapiceros
- Memoria USB

3.2. Métodos

Se ejecutó el siguiente procedimiento cuya elaboración es propia.

3.2.1. Ubicación del experimento

El fundo Santa Rosa se encuentra ubicado en el distrito de Santa, el terreno agrícola consta de 15 hectáreas donde los estudiantes de la Escuela Profesional de Agronomía producen maíz, camote, zanahorias entre otros cultivos. Para los muestreos se seleccionaron 3 puntos representativos del canal de riego el cual intersecta el fundo.

El punto N° 1: con las siguientes coordenadas UTM 9004633 y altitud 17L 0761891

El punto N° 2: con las siguientes coordenadas UTM 9004546 y altitud 17L 0761740

El punto N° 3: con las siguientes coordenadas UTM 9004635 y altitud 17L 0762067



Gráfico 3 Ubicación de los Puntos de Evaluación

Fuente: Google Earth

3.2.2. Metodología

Con el objetivo de determinar la situación de los parámetros físico químicos y la concentración de metales pesados y saber la calidad de agua. En la tabla 5 se presentó la ubicación de cada estación.

Cuadro 3 Ubicación de estaciones de evaluación

ESTACION DE MUESTREO	COORDENADAS	UTM	
		ESTE	ZONA
CODIGO	NORTE		
P- 1	9004633	0761891	17 L
P- 2	9004546	0761740	17 L
P- 3	9004635	0762067	17 L

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Evaluación de los indicadores físicos - químicos en el agua del fundo Santa Rosa

La conductividad eléctrica (CE), temperatura (T°) y el potencial de hidrogeno (pH) son parámetros que se evaluaron en el mismo lugar de muestreo, con un multiparámetro tomada en cada punto de muestreo, esta evaluación se realizó “in situ”.

3.2.4. Determinación de las concentraciones de Mercurio, Cadmio, Aluminio y Plomo en el agua del fundo Santa Rosa

a. Recolección de muestras del agua superficial

Para la recolección de muestras se siguió el procedimiento establecido en el “Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”, aprobado mediante resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, tipo de muestra simple o puntual.

Las muestras fueron etiquetadas adecuadamente con las representaciones P-1, P-2 y P-3 de tal modo que el laboratorio los analizó con los mismos códigos.

Dichas muestras se etiquetaron con los siguientes datos:

- Código de muestra.
- Fecha y hora de la toma de muestra.
- Nombre del recolector.
- Cadena de custodia.

IV. Resultados y Discusiones

4.1.Resultados

En los cuadros 4, 5 y 6 se muestra los resultados de las propiedades físico- químicas del agua utilizada para riego del canal del fundo de la UNS, que se obtuvieron en una evaluación in situ en las 3 estaciones de muestreo.

Cuadro 4 Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 1

pH	8.31
Temperatura (C°)	23.5
Conductividad Eléctrica (ms/ cm)	0.66

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5 Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 2

pH	8.25
Temperatura (C°)	24.5
Conductividad Eléctrica (ms/ cm)	0.60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6 Propiedades físico-químicas del agua en el Punto 3

pH	8.29
Temperatura (C°)	24.7
Conductividad Eléctrica (ms/ cm)	0.61

Fuente: Elaboración propia

En los Gráficos 4, 5, 6 y 7 se observan los resultados obtenidos de las concentraciones de los metales pesados en estudio durante la investigación, en los tres puntos de muestreo se muestra comparado con los LMP de cada metal que se observa en una barra de color azul.

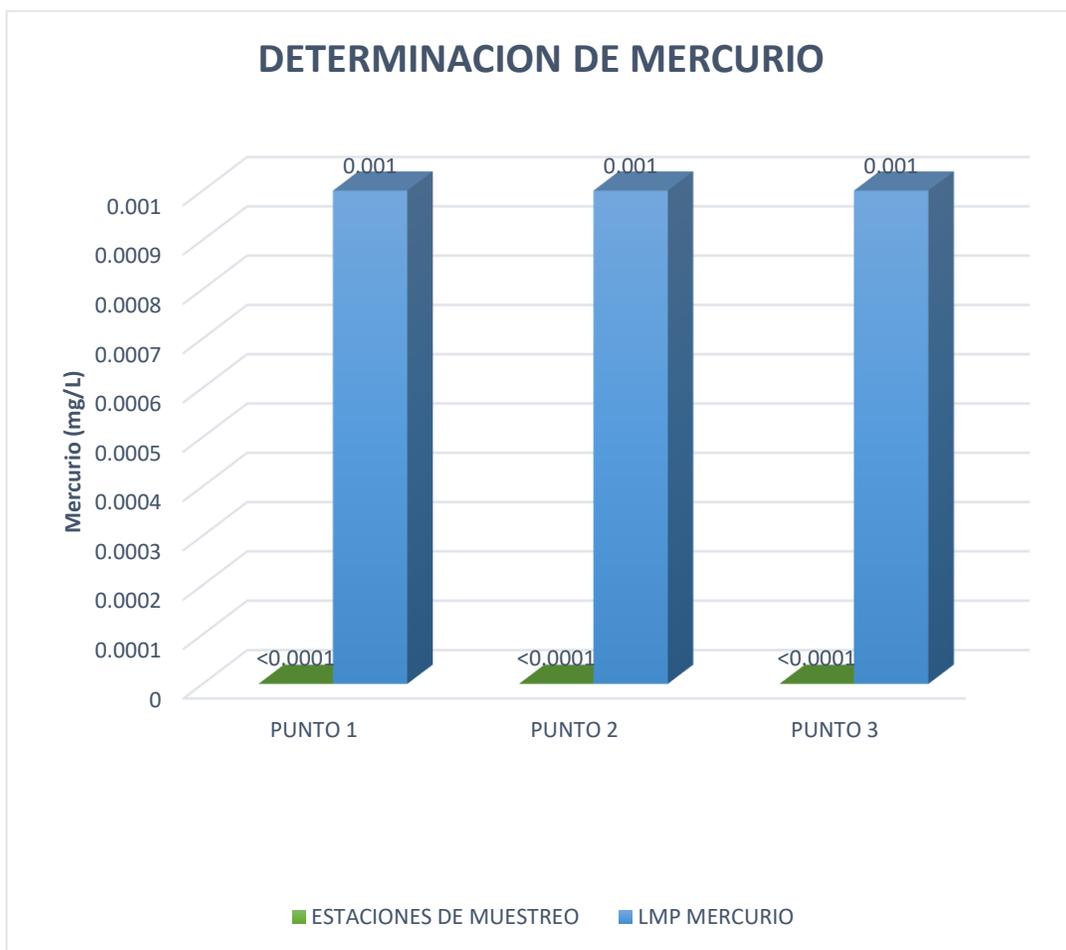


Gráfico 4 Determinación de la Concentración de Mercurio

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4 Muestra los resultados obtenidos del análisis de Mercurio en agua, se obtuvo valores inferiores a 0.0001 mg/L, por presentar concentraciones mínimas cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

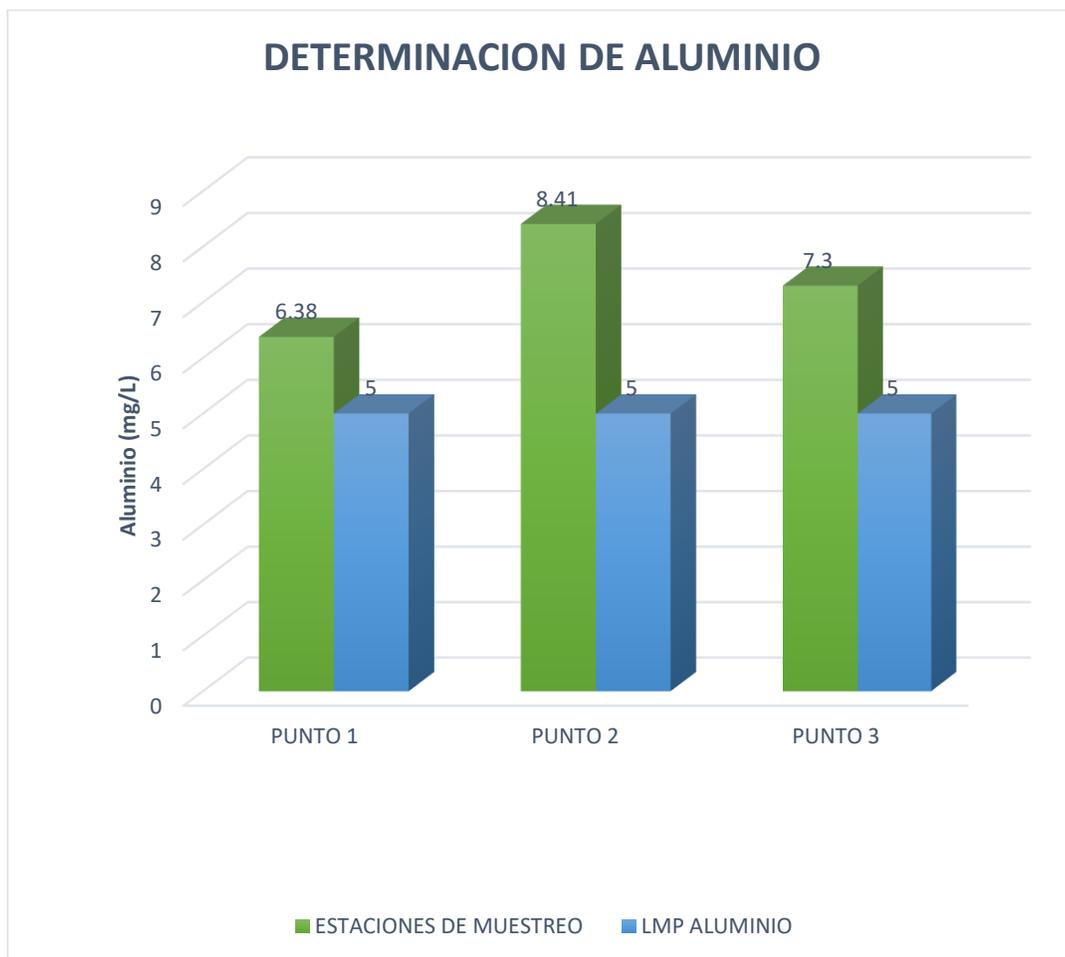


Gráfico 5 Determinación de la Concentración de Aluminio

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 5 Muestra los resultados obtenidos del análisis de Aluminio en agua, se obtuvo valores superiores a 5 mg/L, por presentar concentraciones máximas no cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua.

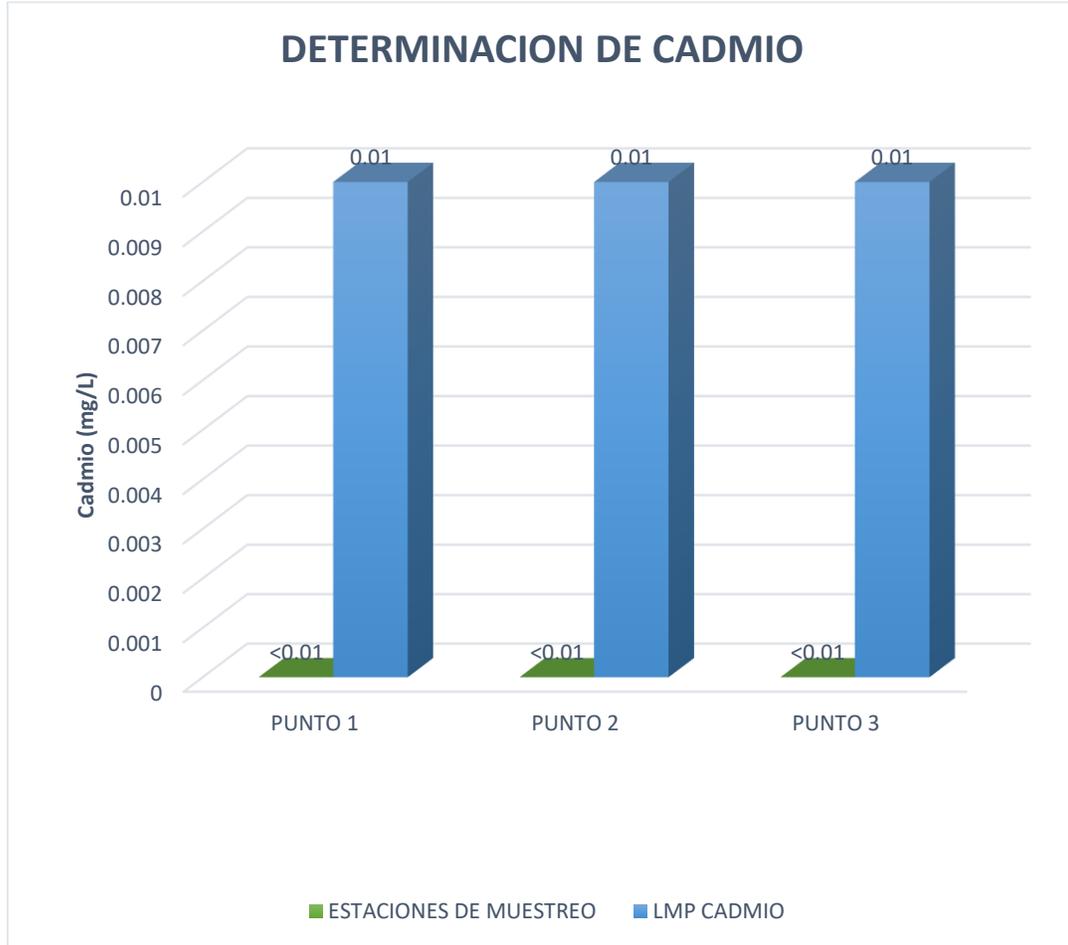


Gráfico 6 Determinación de la Concentración de Cadmio

Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6 Muestra los resultados del análisis del Cadmio, los valores encontrados fueron inferiores a 0.01 mg/L. Se puede decir que los resultados obtenidos no sobrepasan los límites de estándares nacionales de calidad ambiental para agua establecidos por el MINAM.

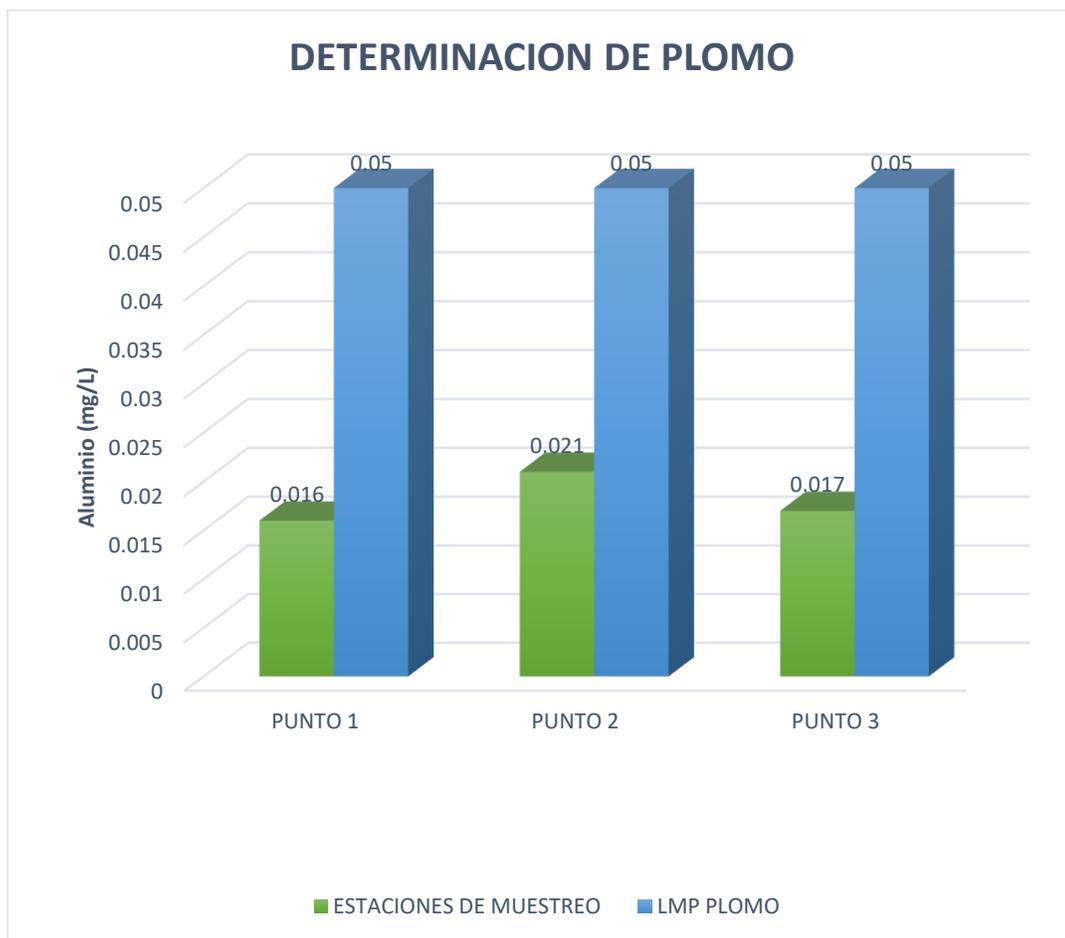


Gráfico 7 Determinación de la Concentración del Plomo

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 7 Muestra la concentración de Plomo en agua, donde los valores fluctúan entre el valor máximo 0.021 mg/L y mínimo de 0.016 mg/L.

Ninguna de las muestras supera los estándares nacionales de calidad ambiental establecidas por el MINAM.

4.2. Discusión

De los resultados obtenidos durante la investigación, la concentración de Aluminio presente en las aguas de riego del fundo Santa Rosa, tomadas en las tres estaciones de muestreo, superan los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para calidad de agua, encontrándose un elemento más en las aguas del rio Santa donde, inicialmente Alvites (2008) en su investigación señaló, que estas aguas presentan elementos como el Plomo (Pb), Arsénico (As) y Mercurio (Hg) valores por encima del Máximo Permisible. El aluminio puede acumularse en las plantas y producir problemas de salud a animales que consumen esas plantas (Peris, 2006).

Así mismo, nuestros resultados señalan la presencia de elementos Plomo (Pb), confirmando lo que CEDEP (2000) citado por Alvites (2008), señala la presencia de este elemento en las aguas del rio Santa. El Plomo (Pb), puede poseer una amplia diversidad de efectos biológicos en el ser humano según el nivel y la permanencia de la exposición. Se han observado efectos en el plano sub celular y efectos en la actividad general del organismo que van desde el inicio de la inhibición de las enzimas hasta la producción de acusados cambios morfológicos y la mortalidad. Estos cambios se producen a dosis muy diferentes y es más sensible para el ser humano que está desarrollándose. (Machaca, 2013) Flores (2016) en su investigación sostiene que el Aluminio fue el metal que presentó mayor concentración promedio tanto en la estación seca como en la estación lluviosa o de avenida, sin embargo, estos datos no exceden los ECAs establecidos para el

año 2015, tal como lo muestra el Gráfico 5. El Gráfico 7 muestra la concentración de Plomo (Pb) en los puntos 1 fue 0.016 mg/L, en el punto 2 fue de 0.021 mg/L y punto 3 fue 0.017 mg/L, a partir de esto podemos decir que en las tres estaciones de muestreo las concentraciones de Plomo no superan los límites máximos establecidos por los ECAs para Calidad de agua siendo la concentración máxima de 0.05mg/L, confirmando nuevamente la presencia de este elemento en las aguas del Rio Santa, mencionado por Alvites (2008).

V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Con el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones para Aluminio (Al), fueron de 6.38 mg/L, 8.41 mg/L y de 7.3 mg/L, para Plomo (Pb), 0.016 mg/L, 0.021 mg/L y de 0.017 mg/L, en cada una de las muestras tomadas, desde el Canal Santa Rosa hasta la entrada al Fundo Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Nacional del Santa.
- Las concentraciones para los elementos Cadmio (Cd) y Mercurio (Hg), fueron de <0.0002 mg/L y <0.001 mg/L, encontrándose dentro de los límites permisibles, para el aspecto Químico-Inorgánico con respecto a Calidad de agua.
- El contenido de Aluminio presente en el agua de riego del fundo Santa Rosa registró valores superiores en las tres estaciones de muestreo y están por encima de los límites máximos permisibles, dispuestos por el MINAM, donde indican como concentraciones máximas 5 mg/L.
- La calidad de agua de riego, utilizado en el Fundo Santa Rosa de la UNS, en el aspecto Químico-Inorgánico para el elemento Aluminio (Al) supera los límites permisibles de los ECAs, haciéndola no recomendada para utilizarla en riegos, especialmente para cultivos integrantes de la Seguridad Alimentaria.

5.2.Recomendaciones

- Implementar un análisis de agua más completo que abarque parámetros físicos, parámetros químicos, biológicos y también de sedimentos.
- Es necesario realizar un análisis de suelo del Fundo Santa Rosa, con la finalidad de identificar y determinar los niveles de concentración de los elementos Aluminio (Al) y Plomo (Pb), presentes en las aguas de riego, usadas en el Fundo Santa Rosa de la Universidad Nacional del Santa.
- Realizar siembras de cultivos solo con fines de investigación o industriales, que no sean para consumo humano.

VI. Referencias bibliográficas

- Aguilar, G., & Iza, A. (2009). *Gobernanza de aguas compartidas: Aspectos jurídicos e Institucionales*. Glad, CH, Union Internacional para la conservación de la naturaleza y los recursos naturales (UCIN). *Serie de Política y Derecho*. .
- Alvites, S. (2008). *Evaluación de la contaminación debido a la presencia de metales pesados; arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo en las aguas del Río Huara y plan de manejo ambiental (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional José Fustino Sánchez Carrión. Perú- Huacho. Perú- Huacho.
- ANA. (2016). *Autoridad Nacional del Agua: Aprueban Protocolo para monitoreo de agua. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA*.
- Apaza, D. (2015). *Remoción de metales Plomo (Pb) y Zinc (Zn) de las aguas del rio T'oro Q'ocha por precipitación alcalina en la ciudad de Juliaca (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- APHA, A. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. . Días de Santo. Madrid.
- Araujo Jiménez , A. (2003). *Calidad de las Aguas de la Cuenca del Río Santa, Para su uso Agrícola y Domestico (Tesis de Maestría)*. Trujillo, Perú. rujillo, Perú.
- Bautista , Z. (1999). *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales*. (Vol. 1). UADY Ambiental.
- Castañe, M., & Cordero, R. (2003). *Influencia de la especiación de los metales pesados en el medio acuático como determinante de su toxicidad*. *Rev. Toxicol* (Vol. 20).

- CEDEP. (2000). *Propuesta Metodológica y Estratégica, para el Manejo Integral del Cuenca del Río Santa, Mesa de ONGs del Santa para el Manejo Integral de la cuenca, Huaraz, Perú 181*. Huaraz .
- CEDEX. (2010). *Centro de estudios hidrográficos del CEDEX. Sedimentología, química del sedimento. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. . Madrid, España.*
- Chapman, D. (1996). *Water quality assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring UNESCO/WHO/UNEP. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge.*
- Chata, A. (2015). *Presencia de metales pesados (Hg, As, Pb, Cd) en agua y leche en la cuenca del río Coata (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Perú.*
- Chiang, A. (1989). *Niveles de los metales pesados en organismos, agua y sedimentos marinos recolectados en la V Región de Chile. Memorias del Simposio Internacional sobre los recursos vivos. Santiago: Scientia Agropecuaria 3.*
- Clara , M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Programa de educación para el desarrollo y la conservación.*
- Cornelis, R., & Nordberg, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. Handbook on the toxicology of metals.*
- Custodio, E., & Díaz, E. (2001). *Calidad del agua subterránea en hidrología subterránea. Barcelona, España: Editorial Custodio.*

- Derly, A. (2015). *Remoción de metales Plomo (Pb) y Zinc (Zn) de las aguas del río T'oro Q'ocha por precipitación alcalina de la ciudad de Juliaca (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Elosegi, A., & Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. España: Fundación BBVA.
- EPA, U. (2015). *Water: Monitoring y Assessment, total solids*. EPA. United States Environmental Protection Agency.
- Feliz Huaranga Moreno, Eduardo Mendez Garcia, Vito Quilcat Leon & Felix Huaranga Arevalo. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980-2010, La Libertad-peru. *Scientia Agropecuaria* 3, 235-247.
- Flores, H. (2016). *Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río grande y su relación con la actividad minera (Tesis maestría)*. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. .
- Girón, T., & Villalobos, L. (2014). *Evaluación de los niveles de concentración de metales pesados en las aguas del río Motil de la provincia de Otuzco*. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. . Perú.
- Gómez, A., Villalba, A., Acosta, G., Castañeda, M., & Kamp, D. (2004). Metales pesados en el agua superficial del río San Pedro durante 1997 y 1999. *Revista Internacional contaminación ambiental*, vol. (20), 5-12.
- IARC. (2012). *Agents Classified by the IARC Monographs*. (Vol. 1).
- Jara Facundo, M. (2011). Extracción química secuencial de metales pesados en el estudio de alteración química de relaves de mina en Ticapampa. *Boletín Geológico y Minero*, 122 (2): 221-234.

- Lenntech. (2004). *Polución Del Aire*. Extraído de la Página *www*: la Fecha: 15/10/2016.
- Lenntech: Agua residual y purificación del aire Holding B.V.Rotterdamseweg 402 M. 2629 HH Delf, Holanda*. Obtenido de <http://www.lenntech.com/español/FAQ-polucion-del-aire.htm>
- Lide, D. (1992). *Handbook of Chemistry and Physics. 73 Edition. Boca Raton FL; CRC*.
- Machaca, H. (2013). *Determinación de metales pesados en la laguna Choquen, Quilcapunco-Putina - Puno. Rev. Investig. Altoandina. (Vol. 15)*.
- MINAM. (2017). *Ministerio del Ambiente: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM*.
- Miranda, F. (2017). *Presencia de metales pesados cadmio y plomo en el estudio del río Chone Manabí, Ecuador.//Presence of cadmium and lead heavy metals in the estuary of Chone RIiver-Manabí, Ecuador. . Ecuador: Ciencia Unemi*.
- Paredes, E. (2013). *Concentración de plomo y cadmio en la cuenca media del Río Moche- La Libertad, Trujillo (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. . Perú*.
- Peris, M. (2006). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos horticolas de la provincia de Catellon (Tesis de doctorado). Universidad de Vlencia, España*.
- Reynolds, J. (2002). *Manejo integrado de aguas subterráneas. Un reto para el futuro*.
- SEDUE. (1989). *Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89*. Mexico: Diario Oficial de la Federación.
- Soni , M., White, W., Flamm, W., & Burdock, G. (2001). *Safety ecaluation of dietary aluminun. Regul Toxicol Pharmacol (Vol. 1)*.
- Sotero, V., & Alva, M. (2013). *Contenido de metales pesados en agua y sedimentos en el bajo Nanay en la Amazonia Peruana, Iquitos: Ciencia amazónica (Iquitos)*.

Tyler, J. (2002). *Introducción a la ciencia ambiental. Desarrollo sostenible de la tierra*. Madrid: Thomson editores.

UNESCO. (2016). *Informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2016: Agua y Empleo*. . Francia: Ediciones UNESCO, 7 , place de Fontenoy, 75352 Pris 07 SP Francia.

Weinberg, J. (2010). *International POPs Elimination Netwok (IPEN). Corporación con Agencia Sueca de Protocolo Ambiental y a la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente y a otros donantes de IPEN*.

Wright, J. (2003). *Environmental Chemistry (1ra ed.)*. New York: Routledge.

La Industria, (2019). *Ancash. Derrame de mina Pushaquilca contamina aguas del río Santa*. <http://laindustria.pe/nota/8207-derrame-de-minera-contamina-aguas-del-ro-santa>.

VII. Anexos

Anexo 2: Toma de muestra en el punto 1



Fuente: Fotografía propia

Anexo 3: Toma de muestra en el punto 3



Fuente: Fotografía propia

Anexo 4: Toma de muestra de pH y CE en el punto 2



Fuente: Fotografía propia

Anexo 5: Toma de muestra en el punto 2



Fuente: Fotografía propia

Anexo 6: Acta de muestreo

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.



ACTA DE MUESTREO N°

C19-3072-19

PAGINA: 1 de 1

FECHA: 2019/12/11 HORA: 10:00 SS/OE-M N°: C19-3072

EMPRESA O PERSONA QUE SOLICITA EL SERVICIO:
Yuseully Vanessa Cotrina Sanchez

DIRECCIÓN:
P. Joven 1ra Mayo Mz 5 Lc 23 - Nuevo Chimbo

LUGAR DEL MUESTREO:
Fundo Santa Rosa - Santo.

PRODUCTO/ INSUMO /OBJETO MUESTREADO:
Agua Natural (Agua Profundal)

N° DEMUESTRAS:
03 Plantas de Muestreo

IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS:

Punto 1 de Coordenadas UTM 17L 0761891 8004633	
Punto 2 de Coordenadas UTM 17L 0761740 8004646	
Punto 3 de Coordenadas UTM 17L 0762067 8004635	

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PRESERVADAS EN COOLER CON HIELO SI NO

MÉTODO DE MUESTREO:

- PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE EFLUENTES DE LA INDUSTRIA PESQUERA DE CONSUMO HUMANO DIRECTO E INDIRECTO. (PRODUCE)
- PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES (VIVIENDA).
- PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD EN CUERPOS NATURALES DE AGUA SUPERFICIAL (ANA).
- GUÍA TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUPERFICIES EN CONTACTO CON ALIMENTOS Y BEBIDAS. (DIGESA)
- MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE FOOD PROCESSING ENVIRONMENT (APHA ALIMENTOS).
- SAMPLING PROCEDURE (APHA AGUAS).

Procedimiento para el muestreo de aguas para ensayos fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos, de código LC-MP-MAEFQMB

OTROS:

FOR COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz-A L1-7 Primera Etapa Nuevo Chimbo Telef: 043 310752 Nextel: 639*2893 RPM: # 902995

Revisión: 05 Fecha: 2019-01-25

FOR LA EMPRESA

colecbi@speedy.com.pe/medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Fuente: COLECBI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-005

Pág. 1 de 3

SOLICITADO POR	: COTRINA SANCHEZ YUSSELLY VANESA.
DIRECCION	: P.J. 1ero de Mayo Mz 5 Lote 23 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE CANAL).
LUGAR DE MUESTREO	: Fundo Santa Rosa Santa.
MÉTODO DE MUESTREO	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9060, 23rd Ed. 2017.
PLAN DE MUESTREO	: C19-3072
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: Temperatura ambiente.
FECHA DE MUESTREO	: 2019-12-11
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Preservada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019-12-11
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2019-12-11
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2019-12-20
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Instrumental.
CODIGO COLECBI	: SS 191211-4

RESULTADOS

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM	
	Este X	Norte Y
Punto 1	17L0761891	9004633

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	Punto 1
pH	8,31
Temperatura (°C)	23,5
Conductividad (mS/cm)	0,66

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-005

Pág. 2 de 3

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES	L.C. (mg/L)	Punto 1
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	6,38
Arsénico (As)	0,005	0,028
Boro (B)	0,003	0,341
Bario (Ba)	0,003	0,051
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	57,57
Cadmio (Cd)	0,0001	<0,0001
Cerio (Ce)	0,009	<0,009
Cobalto (Co)	0,0006	0,0047
Cromo (Cr)	0,0003	0,0057
Cobre (Cu)	0,002	0,031
Hierro (Fe)	0,002	9,111
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	5,3
Litio (Li)	0,003	0,059
Magnesio (Mg)	0,02	12,61
Manganeso (Mn)	0,0003	0,2591
Molibdeno (Mo)	0,002	0,007
Sodio (Na)	0,06	41,90
Niquel (Ni)	0,0006	0,0093
Fósforo (P)	0,01	0,30
Plomo (Pb)	0,002	0,016
Antimonio (Sb)	0,003	<0,003
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Sílice (SiO ₂)	0,01	32,48
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,3276
Titanio (Ti)	0,0007	0,0792
Talio (Tl)	0,002	<0,002
Vanadio (V)	0,001	0,012
Zinc (Zn)	0,002	0,097

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C

Fuente: COLECBI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-005

Pág. 3 de 3

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

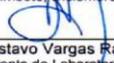
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su percibibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 21 del 2019.
GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIEVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-006

Pág. 1 de 3

SOLICITADO POR	: COTRINA SANCHEZ YUSSELLY VANESA.
DIRECCION	: P.J. 1ero de Mayo Mz 5 Lote 23 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE CANAL).
LUGAR DE MUESTREO	: Fundo Santa Rosa Santa.
MÉTODO DE MUESTREO	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9060, 23rd Ed. 2017.
PLAN DE MUESTREO	: C19-3072
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: Temperatura ambiente.
FECHA DE MUESTREO	: 2019-12-11
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.Preservada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019-12-11
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2019-12-11
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2019-12-20
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Instrumental.
CÓDIGO COLECBI	: SS 191211-4

RESULTADOS

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM	
	Este X	Norte Y
Punto 2	17L0761740	9004546

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	Punto 2
pH	8,25
Temperatura (°C)	24,5
Conductividad (mS/cm)	0,60

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-006

Pág. 2 de 3

ENSAYOS DE METALES

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

METALES TOTALES	L.C. (mg/L)	Punto 2
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	8,41
Arsénico (As)	0,005	0,036
Boro (B)	0,003	0,372
Bario (Ba)	0,003	0,067
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	59,97
Cadmio (Cd)	0,0001	<0,0001
Cerio (Ce)	0,009	0,017
Cobalto (Co)	0,0006	0,0072
Cromo (Cr)	0,0003	0,0067
Cobre (Cu)	0,002	0,042
Hierro (Fe)	0,002	12,770
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	5,9
Litio (Li)	0,003	0,072
Magnesio (Mg)	0,02	14,57
Manganeso (Mn)	0,0003	0,3605
Molibdeno (Mo)	0,002	0,007
Sodio (Na)	0,06	44,05
Níquel (Ni)	0,0006	0,0133
Fósforo (P)	0,01	0,45
Plomo (Pb)	0,002	0,021
Antimonio (Sb)	0,003	0,004
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silíce (SiO ₂)	0,01	40,01
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,3495
Titanio (Ti)	0,0007	0,1007
Talio (Tl)	0,002	<0,002
Vanadio (V)	0,001	0,015
Zinc (Zn)	0,002	0,138

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-006

Pág. 3 de 3

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de 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.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 21 del 2019.
GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIEVO
Rev 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-007

Pág. 1 de 3

SOLICITADO POR	: COTRINA SANCHEZ YUSSELLY VANESA.
DIRECCION	: P.J. 1ero de Mayo Mz 5 Lote 23 Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE CANAL).
LUGAR DE MUESTREO	: Fundo Santa Rosa Santa.
MÉTODO DE MUESTREO	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9060, 23rd Ed. 2017.
PLAN DE MUESTREO	: C19-3072
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: Temperatura ambiente.
FECHA DE MUESTREO	: 2019-12-11
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Preservada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019-12-11
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2019-12-11
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2019-12-20
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Instrumental.
CÓDIGO COLECBI	: SS 191211-4

RESULTADOS

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM	
	Este X	Norte Y
Punto 3	17L0762067	9004635

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	Punto 3
pH	8,29
Temperatura (°C)	24,7
Conductividad (mS/cm)	0,61

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-007

Pág. 2 de 3

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES	L.C. (mg/L)	Punto 3
Plata (Ag)	0,002	<0,002
Aluminio (Al)	0,02	7,30
Arsénico (As)	0,005	0,032
Boro (B)	0,003	0,361
Bario (Ba)	0,003	0,060
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	57,69
Cadmio (Cd)	0,0001	<0,0001
Cerio (Ce)	0,009	0,012
Cobalto (Co)	0,0006	0,0060
Cromo (Cr)	0,0003	0,0061
Cobre (Cu)	0,002	0,037
Hierro (Fe)	0,002	11,210
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	5,2
Litio (Li)	0,003	0,068
Magnesio (Mg)	0,02	14,08
Manganeso (Mn)	0,0003	0,3136
Molibdeno (Mo)	0,002	0,006
Sodio (Na)	0,06	42,40
Niquel (Ni)	0,0006	0,0115
Fósforo (P)	0,01	0,35
Plomo (Pb)	0,002	0,017
Antimonio (Sb)	0,003	<0,003
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silice (SiO ₂)	0,01	36,45
Estaño (Sn)	0,003	<0,003
Estroncio (Sr)	0,0003	0,3366
Titanio (Ti)	0,0007	0,0892
Talio (Tl)	0,002	<0,002
Vanadio (V)	0,001	0,013
Zinc (Zn)	0,002	0,112

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191211-007

Pág. 3 de 3

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

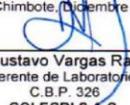
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestreadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que leemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Diciembre 21 del 2019.
GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIEVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

Fuente: COLECBI S.A.C

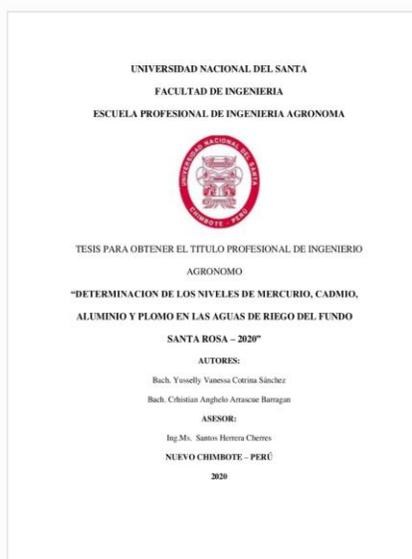


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: CRHISTIAN ANGHELO ARRASCUE..
Título del ejercicio: Escritura Académica
Título de la entrega: INFORME DE TESIS.
Nombre del archivo: informe.docx
Tamaño del archivo: 14.01M
Total páginas: 60
Total de palabras: 8,570
Total de caracteres: 45,000
Fecha de entrega: 17-dic-2020 08:05a.m. (UTC-0600)
Identificador de la entrega: 1477681089



INFORME DE TESIS.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	1%
8	link.springer.com Fuente de Internet	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	Erica Y. Sanchez, Lucila Elordi, Soledad Represa, Leonardo Cano et al. "Use of speciation modelling of heavy metals in Los Patos lagoon, Argentina, to improve waterbody management", International Journal of Environment and Health, 2018 Publicación	<1%
13	www.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	prezi.com Fuente de Internet	<1%
15	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
16	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
17	Submitted to Visvesvaraya Technological University Trabajo del estudiante	<1%
18	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%

19

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru

<1%

Trabajo del estudiante

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words