



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Remoción de plomo de las aguas del río Moche – Otuzco utilizando  
un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Prieto Marrero, Ricardo Daniel (ORCID: 0000-0001-6185-8682)

Castro Morillos, Heiner Alvaro (ORCID: 0000-0003-0686-6721)

**ASESOR:**

Dr. Cerna Chávez Rigoberto (ORCID: 0000-0003-4245-5938)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

**CHIMBOTE – PERÚ**

2021

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, por no dejarme caer y mantenerme fuerte ante todas las adversidades. A mi Padre Braulio Prieto Carrión y a mis Hermanos Junior Prieto y Priscilla Prieto por ser pieza fundamental a lo largo de este trayecto llamado vida. A mis Abuelos Julia Carrión y Ricardo Prieto darle mil gracias por creer en Nosotros.

Y a la memoria de mi amigo Deyvi Nick Vigo Reyes.

**PRIETO MARRERO, Ricardo Daniel**

A Dios por su infinito amor que nos ayuda y nos acompaña siempre.

A mi amada madre Angelica Morillos Ruiz y a mi queridísimo padre Aquiles Castro Avalos que estuvieron siempre apoyándome sin importar las circunstancias para alcanzar mi anhelado sueño.

A mis hermanos Elida Castro Morillos y Jefferson Castro Morillos que estuvieron siempre ayudándome.

A la memoria de mi amigo Isac Rodríguez Rodríguez.

**CASTRO MORILLOS, Heiner Álvaro**

## **AGRADECIMIENTO**

Sobre todas las cosas agradecer a Dios por darnos salud y vida, por contar con el apoyo de nuestras familias para poder así lograr nuestros objetivos trazados, a nuestros padres por el apoyo incondicional y la educación a base de valores y amor que nos brindan, todo lo que alcanzamos y obtengamos serán gracias a ustedes. Finalmente teniendo muchas personas que han formado parte de nuestras vidas en este proceso profesional a las que agradecemos por cada consejo, apoyo y ánimo en momentos difíciles.

Los autores.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	3
III.METODOLOGÍA.....	18
IV. RESULTADOS.....	24
V.DISCUSIONES.....	43
VI. CONCLUSIONES .....	48
VI.RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Concentraciones máximas permisibles de plomo (mg/l) según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.....	10
Tabla 2: Análisis bromatológicos tuza de maíz o coronta .....	16
Tabla 3: Porcentaje de celulosa y lignina. ....	16
Tabla 4: .....	24
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N.º 1 (agua no tratada). ....	24
Tabla 5: .....	25
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra Nº2 (agua no tratada). ....	25
Tabla 6: .....	26
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra Nº3 (agua no tratada). ....	26
Tabla 7: .....	32
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra Nº1 (agua tratada). ....	32
Tabla 8: .....	33
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra Nº2 (agua tratada). ....	33
Tabla 9: .....	34
Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra Nº3 (agua tratada). ....	34
Tabla 10: Remoción de plomo (mg/L) según aplicación de ceniza de tuza de maíz (gr/l) en las aguas del río Moche – Otuzco, 2021.....	40
Tabla 11: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las cantidades de plomo (mg/L) en las muestras de agua del río Moche – Otuzco, 2021. ...	41
Tabla 12: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las cantidades de plomo medias de las muestras de agua son diferentes.....	42

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

GRÁFICO 1: porcentaje de plomo removido con dosis de 5 gr/l.....	39
GRÁFICO 2: porcentaje de plomo removido con dosis de 6 gr/l.....	39
FIGURA N° 1 : vista panorámica del rio Moche- Otuzco .....	112
FIGURA N° 2 : toma de muestra para la realizar el ensayo de barrido de metales.	112
FIGURA N° 3 Ubicación mediante un GPS de la toma de muestras en el rio Moche- Otuzco	113
FIGURA N° 4 : recolección del material bioadsorbente en su estado natural de las chacras del centro Poblado Alto Perú.....	113
FIGURA N° 5 :limpieza y lavado de la tusa de maíz con abundante agua .....	114
FIGURA N° 6 :secado natural de la tusa de maíz por una semana.....	114
FIGURA N° 7 :se toma 1 kg de tusa de maíz para el análisis térmico diferencial...	115
FIGURA N° 8 :Trituración de la tusa de maíz con un batan para reducir su tamaño	115
FIGURA N° 9 : secado de la tusa triturada mediante un horno casero a 110° C por 2 horas.	116
FIGURA N° 10 : La tusa de maíz molida fue tamizada mediante una tela organza...	116
FIGURA N° 11 : la tusa de maíz luego de pasar por la malla organza cuyo tamaño de partícula se asemeja a la malla N.º 100 .....	117
FIGURA N° 12 : se tomó 11 gr de tusa de maíz molida para el ensayo de Análisis térmico diferencial.....	117
FIGURA N° 13 : La tusa de maíz es puesto en una brasa para hacerse cenizas .....	118
FIGURA N° 14 : Cenizas de tusa de maíz .....	118
FIGURA N° 15 : La tusa de maíz fue calcinado en una mufla en el laboratorio de la universidad San Pedro a una temperatura de 640° C durante 2 horas .....	119
FIGURA N° 16 : La tusa de maíz activada térmicamente.....	119
FIGURA N° 17 : pulverización de las cenizas de tusa de maíz con un mortero.....	120
FIGURA N° 18 : Se utilizó la malla organza para el tamizado de las cenizas de tusa de maíz el cual se asemeja a la malla N.º 100 .....	120
FIGURA N° 19 : la ceniza de tuza de maíz siendo tamizada.....	121
FIGURA N° 20 : las cenizas de tusa de maíz ya tamizada con la maya organza .....	121
FIGURA N° 21 : muestra de material calcinado listos para ser llevado a realizar ensayo de fluorescencia de rayos –X.....	122
FIGURA N° 22 : se llevó 10 gr de las cenizas de tusa de maíz a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para los respectivos ensayos .....	122
FIGURA N° 23 : materiales para la elaboración del prototipo de biofiltro.....	123

<b>FIGURA N° 24</b>	<b>: herramientas para la elaboración del prototipo de biofiltro .....</b>	<b>123</b>
<b>FIGURA N° 25</b>	<b>: Elaboración del prototipo de biofiltro .....</b>	<b>124</b>
<b>FIGURA N° 26</b>	<b>: prototipo de biofiltro terminado .....</b>	<b>124</b>
<b>FIGURA N° 27</b>	<b>: toma de muestras del rio Moche .....</b>	<b>125</b>
<b>FIGURA N° 28</b>	<b>: equipos y materiales para la toma de muestras.....</b>	<b>125</b>
<b>FIGURA N° 29</b>	<b>: realización de los experimentos para la remoción de plomo mediante un prototipo de biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz. ....</b>	<b>126</b>
<b>FIGURA N° 30</b>	<b>: realización del experimento para la Muestra N 1 .....</b>	<b>126</b>
<b>FIGURA N° 31</b>	<b>: realización del experimento para la Muestra N 2 .....</b>	<b>127</b>
<b>FIGURA N° 32</b>	<b>: realización del experimento para la Muestra N 3 .....</b>	<b>127</b>

## RESUMEN

Las aguas del río Moche presentaron gran nivel de contaminación por plomo por el cual fue el motivo para ser elegido como variable dependiente para la remoción de este metal ya que se tomaron muestras de aguas para luego ser tratadas mediante un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz el cual adoptaría como variable independiente para esta investigación. Por el cual, se determinó como objetivo de esta investigación el efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa maíz en dosis de 5 y 6 gr/l para la remoción de plomo de las aguas del río Moche – Otuzco. El tipo de investigación fue explicativa, presentando un enfoque cuantitativo y de diseño experimental. Así mismo, el material bioadsorbente fue activado a temperatura de 640°C durante 90 minutos para luego ser reducido a tamaños de partículas de 250 µm, las muestras fueron distribuidas con dosificaciones de 5 y 6 mg/L y a través del método de adsorción mediante el biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz fueron procesadas. Los resultados fueron significativos logrando remover hasta el 87.71 y 92.85 % respectivamente.

Palabras clave: remoción, biofiltro, bioadsorbente.



## **ABSTRACT**

The waters of the river Moche presented a high level of contamination by lead for which was the reason to be chosen as a dependent variable for the removal of this metal since water samples were taken and then treated by a biofilter based on tusa ash from maize which it would adopt as an independent variable for this research. By which, the objective of this investigation was determined the effect of the use of a biofilter based on tusa corn ash in doses of 5 and 6 gr/l for the removal of lead from the waters of the river Moche - Otuzco. The type of research was applied, presenting a quantitative and experimental design approach. Likewise, the bioadsorbent material was activated at a temperature of 640°C for 90 minutes and then reduced to particle sizes of 250 µm, the samples were distributed with dosages of 5 and 6 mg/L and through the adsorption method through the biofilter based on corn tusa ash were processed. Significant results were achieved to remove 87.71 and 92.85% respectively.

Keywords: removal, biofilter, bioadsorbent.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, se aprecia un gran crecimiento e índice elevado de contaminación ambiental a causa de metales pesados, ocasionadas por procesos industriales como la metalurgia, minería, etc. que a su vez está contaminando y afectando los recursos naturales como los ríos, el aire, la flora y la fauna.

Por otro lado, en el año 2018 – Setiembre, se indicó la importancia del agua perteneciente a la cuenca del Río Moche y sus afluentes, según la autoridad nacional del agua reflejado en el informe Técnico N° 055-2018-ANA.AAA.HCH-AT/OEAU. Teniendo como propósito estimar su estado. Llegando a concluir que el agua del Río Moche se encuentra contaminada debido a la presencia de metales, los cuales aumentan a causa de ríos tributarios y pasivos mineros que confluyen en el Río Moche, alterando sus características En la cual tomaron 33 puntos de monitoreo a lo largo de la cuenca del río Moche.

Por lo que, debido al inmediato peligro que afectaba al agua en el Río Moche, se declaró el Estado de Emergencia de recursos hídricos, en un periodo de 60 días, esto fue determinado mediante la Resolución Jefatural N.º 196-2018-ANA por la Autoridad Nacional del Agua (ANA); a causa del desamparo de lado de la unidad minera Quiruvilca y como advertencia de una ruptura o desborde de los diques de las relaveras.

Por consiguiente, en una investigación de Sánchez, J, (2018). Utilizo la tusa de maíz para lograr una remoción de 60.33%. Así mismo hubo valores de concentración de metales inferior a los establecidos por los estándares de calidad ambiental (ECA), en la biosorción (remoción de concentraciones del Pb en las aguas) que se realizó en el río Rímac, por lo cual sería una buena opción la utilización como bioadsorbente a la ceniza de tusa de maíz ya que su producción es muy abundante en este país.

Cabe resaltar que, el río Moche tiene 14 puntos de monitoreo, desde su nacimiento hasta su desembocadura al mar e incluso es considerado el más importante de la cuenca, entre uno de los puntos de monitoreo fue RMoch11 (Aguas arriba, antes de la

confluencia con el río Otuzco/Loc. Otuzco) el cual reporto una considerable cantidad de plomo 1.016 mg/l y se encuentra fuera de la norma ECA.

Por lo tanto, ante este problema se ha formulado la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa de maíz en dosis de 5 y 6 gr/l, para la remoción de plomo de las aguas del Río Moche - Otuzco?

Ante la problemática mencionado anteriormente, este estudio tiene como justificación determinar cómo las cenizas de tusa de maíz pueden ayudar a la remoción de metales pesados como el pb que se encuentra en el río Moche a su vez que se busca la obtención de nuevos métodos de remoción con una menor cantidad de dinero.

Ante todo esto, se ha planteado la siguiente hipótesis: El efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa de maíz en dosis de 5 y 6 gr/l, será significativo para la remoción de plomo de las aguas del Río Moche – Otuzco.

Para ello se tiene como objetivo general determinar el efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa maíz en dosis de 5 y 6 gr/l para la remoción de plomo de las aguas del Río Moche – Otuzco

Para lograr ese objetivo se necesita determinar las características físico-química del agua del Río Moche-Otuzco, diseñar un biofiltro a base de cenizas de tuza de maíz y determinar la magnitud de remoción de Plomo y realizar el Análisis Físico Químico de las muestras después del tratamiento.

## II. MARCO TEÓRICO

Según los antecedentes hallados podemos rescatar algunos puntos importantes, relacionados con esta investigación, como a continuación se detalla:

En primer lugar, Guzmán (2018), en su tesis, nos manifiesta que la Remoción de Molibdeno del agua del Río Challhuahuacho de Cotabambas-Apurímac con carbón activado de tusa de maíz, tuvo como objetivo para la realización de la remoción de molibdeno del Río Challhuahuacho de Cotabambas – Apurímac , usar el carbón activado de la tusa de maíz , para ello empleo la técnica de la observación en una investigación de tipo cuasi experimental, con 5 dosificaciones que oscilan entre 0.05 gr a 1 gr de carbón activado a base de la tusa del maíz, con diferente nivel de pH siendo estos 5 , 7 y 9 , obteniendo un máxima remoción de 90.5% a un pH=9 con 0.8 gr de carbón, llegando a concluir que su tesis fue muy acertada debido a que el uso de la tusa de maíz brinda excelentes resultados hacia el efecto de la remoción de Molibdeno.

Por su parte Fonseca (2014), en su artículo, Adsorción de Cr(III) desde solución acuosa sobre carbones activados obtenidos de residuos de Zea mays, tuvo como objetivo la absorción del ion Cr(III) usando tres experimentales TM2 , TM4 Y TM8 de carbón activado a base de tusa de maíz con y uno sin haberlo sometido a ningún tratamiento (TMO) , para ello empleo la técnica de la observación en una investigación de tipo cuasi experimental, TM2 , TM4 Y TM8 con el área superficial entre 327 y 1120  $\text{mg}_2\text{g}^{-1}$  de carbón activado a base de tusa de maíz con un reparto de porosidad entre mesoporos y microporos, que ayuda eficazmente a la adherencia del ion Cr(III) y con un rango al pH de 2 a 6, obteniendo resultados que indican que quienes tienen un grupo son los carbones activados , llegando a la concluir que el tiempo de la activación modificaría el sólido y favorecería a la adsorción del ion Cr(III) , debido a que la adsorción es superior a la del carbón activado TM8 e inferior a la tusa de maíz natural TMO .

Mientras que, Lavado (2016) en su artículo, estudio de la biosorción de plomo divalente de soluciones acuosas utilizando la biomasa cambiada de marlo de maíz, mantuvo como objetivo la investigación de la capacidad de la biomasa modificada químicamente del marlo de maíz para la remoción de plomo, definir la dosis de biosorbente, influencia del pH y tiempo de absorción, para ello se empleó la técnica de la observación en una investigación cuasi experimental, contando con diferentes cantidades de marlo de maíz (0.1 ; 0.2 ; 0.4 y 0.8 g) en 100 ml de la solución acuosa y para definir el equilibrio cinético, trabajaron con intervalos de tiempo entre 1 y 180 min. El balance de la adsorción se analizó a diversas concentraciones nacientes del adsorbato en un rango de 5 a 70 mg/l de plomo y el pH ajustando a una solución naciente en un margen de 2 a 6 usando soluciones de ácido nítrico. Llegando a concluir que se apreció una mejoría en la capacidad de adsorción aprox. en un 40% sin modificar sobre su similar y esto ocurre a que la biomasa que obtenemos del marlo de maíz + una solución de NaOH con óptima capacidad de bioadsorción del plomo de 12.44 mg PG/G ayuda a hacerlo posible. Así mismo nos indica que en 60 min. Y un pH =5.00 ayuda a definir las situaciones apropiadas para la remoción del Pb (II), en la cual fue 4g/ L de biosorbente.

Así también, Vera(2015), en su Artículo, desarrollo de materiales biosorbentes para la erradicación de metales pesados de las aguas residuales mineras, tuvo como objetivo investigar la adsorción de metales pesados mediante biosorbentes y sus propiedades fisicoquímicas a base de bagazo de caña, mazorca de maíz y mesocarpio de coco, para ello se empleó la técnica de observación en una investigación cuasi experimental, se contemplaron 3 muestras previamente procesadas, lavadas molidas y tamizadas, dando como resultado final una densidad real de 1.0781 g/ml una aparente de 0.1502 g/ml y una porosidad de 0.8607 con respecto al bagazo de caña, una densidad real de 0.8155 g/ml, una densidad aparente de 0.3336 mg/ml y una porosidad de 0.5909 por parte de la mazorca de maíz y un 0.9471 g/ml, una densidad aparente de 0.4009 g/ml respecto a la mesocarpio de coco. Llegando a concluir que el pH en el punto de carga cero para cada uno de los biosorbentes es pH=6.11 para el bagazo de caña, pH=4.79 para la mazorca de maíz y un pH=3.87 en el caso del mesocarpio de coco,

llegando a la conclusión que se debe tener en consideración estos parámetros fisicoquímicos para la biosorción con cualquier de estos materiales, cumpliendo o adicionando a los parámetros ya establecidos obteniendo un mejor intercambio catiónico.

Así mismo, Sánchez. J, (2018). En su trabajo “Biosorción de plomo y cadmio con la tusa de maíz (*zea mays*. l.), en las aguas del río Rímac- zona de corcona, Huarochiri”, estudió la biosorción como parte de la eliminación de concentraciones de plomo y cadmio, usando la tusa de maíz en las aguas del río Rímac. Los metales provenían de relaves mineros en la región de Tamboraque y de los residentes que arrojaban desechos a los ríos. Con el fin de demostrar la capacidad de adsorción de plomo se realizó un estudio lo cual determino que el tamaño más óptimo de la tusa de maíz fue la de la malla +1.00mm que estuvo en contacto durante 12, 24, 36 y 48 h. brindando tasas de concentración de los dos metales inferiores de los estándares calidad ambiental (ECA). El tiempo de contacto del Pb fue de 36 horas y el tiempo de contacto Cd fue de las 12 horas logrando una remoción del 60.33% y 75% respectivamente.

De tal modo que, Muñiz. A. (2016) explica que en su investigación de tipo explicativo cuyo objetivo era determinar la eficacia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria curtiembre Huachipa-2016, explica que utilizo como bioadsorbente a la coronta de maíz el cual fue grandemente útil, donde se obtuvo en los resultados una remoción de 83.5%, tratando aguas residuales de la industria curtiembre, esta biomasa fue activada químicamente con solución de ácido sulfúrico por 6 horas y lavada varias veces con gran cantidad de agua destilada con la finalidad de llevar a pH7. El cual se hizo por el método de jarras.

Según Oré, Lavado, & Bendezú (2015), en su trabajo de investigación titulado: “Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz *Zea mays*”, Ha tenido como finalidad conceptualizar al biosorbente, efectuar pruebas de biosorción de Pb (II), evaluando las variantes de dosis de biosorbente concentración inicial Pb (II)

y cinética, empezando de soluciones acuosas, así tuvieron que hay una capacidad elevada de biosorción de 7,9 mg/g en el zuro de maíz. Logrando removerse el 97% de Pb (II) que había en las aguas residuales de mina, así se concluyó que los ensayos de biosorción se determinó las condiciones adecuadas para la remoción de Pb (II), quienes fueron de 4g/L de biosorbente, duración de agitación de 90 minutos y pH 5,0. Definió que el procedimiento de biosorción se dio por intercambio iónico e interacción electrostática entre el adsorbato y la superficie del biosorbente marlo de maíz. Por ende, se determinó que para el tratamiento de aguas residuales con Pb (II), este sería el óptimo, ya que se ha removido el 97% del Pb (II), siendo así un método eficiente y muy económico.

Por su parte, Cortes, J. (2015) en su investigación titulado :”Propuesta de un sistema de Biofiltración de Cromo Hexavalente en agua , Utilizando Orote de Maíz” de tipo Cuasi Experimental cuyo objetivo era determinar la eficiencia del biosorbente del Orote de Maíz para la adsorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas, Explica que utilizo un sistema de filtración Biológica con orote de maíz, el sistema fue construido de en dos distintas etapas y en cada uno contuvo el biomaterial, el cual obtuvo como resultado que en una contacto del biomaterial y el biofiltro por un tiempo de dos horas la concentración bajo de 0.05 mg/l a 0.019 mg/l , la cual indica que el biofiltro es una propuesta económica para la ayuda del tratamiento de Metales Pesados.

Además, de la bibliografía estudiada se revisó varios conceptos que fueron de mucha utilidad para la extensión de la investigación, tales como, la detención de metales pesados en las aguas que están con contaminación en sus procesos biotecnológicos para el proceso de los residuos líquidos que tienen metales dañinos: la captación por medio de polímeros purificados y otras moléculas especializadas, precipitación celular y la bioadsorción, originarias de células microbianas. Nos muestran que aquellos que causan problemas de toxicidad son los bioadsorbentes usados en la descontaminación, pero no solamente estos son originarios de metales disueltos, si no

también son causados por las condiciones adversas de la operación, así como por el componente económico del mantenimiento. Hay varias maneras de erradicación de metales pesados en aguas contaminadas la erradicación de los metales pesados de las aguas residuales como el proceso redox, el intercambio iónico, la precipitación química, los procesos de membrana, la adsorción sobre carbón, los tratamientos electroquímicos, la bioadsorción y la extracción con disolventes. (Castro,2009, p.16).

También se dice, que el agua contaminada es el amontonamiento de sustancias tóxicas y derramamiento de fluidos en un sistema hídrico (ríos, mar cuenca), cambiando la calidad de agua y parámetros biológicos, físicos y químicos, al desbordar causan efectos para la salud y el ambiente. (MINAN, 2016, p. 16).

Por tal motivo, aquellos que conforman únicamente lugar de la política y objetivo son los metales pesados, así mismo su transformación en uno de los 24 indicadores de desempeño ambiental. El plomo es aquel metal considerado con un alto grado de toxicidad, por causa de las grandes consecuencias en la salud, según OMS. Esto es ocasionado ya que es un contaminante inorgánico calificado como una amenaza y/o peligro ambiental. (Wendling et al., 2018).

Acercándonos a un concepto preciso. Decimos que los metales pesados con sustancias que pertenecen al ser humano, con un peso molecular elevado, muy divulgados e incluso de mucha utilidad, tenemos entre ellos el plomo, el cual es muy usado para el cadmio y la tubería. Sin embargo, hay que tener en cuenta que son perjudiciales para la salud, ya que dañan diferentes órganos. (Romero Ledezma, Karla Pamela.,2009, p.1)

Así mismo, el plomo es un metal pesado que se ubica a modo de sulfuros, a causa de la interacción con el azufre, de color azulado, la gran utilización del uso del plomo se ubica en la organización de instrumentos de medicinas, construcción, entre otros. Es muy dañino ya que se puede introducir al organismo, generando complicaciones como la anemia, bajo aprendizaje, dolor de cabeza, insomnio, etc. Es muy peligroso que tiene consecuencias dañinas ya sea fisiológicos, morfológicos o bioquímicos en los



organismos vivos. Del mismo modo afecta a la elongación de las raíces, producción de clorofila, crecimiento de las plantas, división celular, etc. (Krzyszowska, "et al",2016. p.2).

Por tanto, este elemento se ubica en algunos objetos que se encuentran a disposición de las personas, es un metal muy pesado e incluso se ubica en la tabla periódica, el plomo es sumamente dañino para la salud del ser humano, puesto que puede ocasionar óxidos, sales y compuestos órgano-metálicos, del mismo modo se denomina un peligro para la naturaleza, ya que forma un primordial contaminante que se fue creando a causa de la utilización de la gasolina, la cual tiene plomo; dicha metal al friccionar con el agua provoca un impedimento obstáculo de obtener contacto con esa agua a causa a su toxicidad y generaciones de diversas enfermedades. (Londoño, "et al",2019. p.148).

Por consiguiente, los efectos del Plomo sobre la salud son de manera negativa ya que es un metal el cual tiene una terrible consecuencia en la salud, debido a que al ingresar al cuerpo de un ser humano provoca consecuencias fatales, una de las múltiples formas que la que ingresa es mediante el agua (20%), la comida (65%) y el aire (15%). Las personas de corta edad (niños) son más propensos a las consecuencias toxicas del plomo, que trae consigo enfermedades graves, principalmente en el sistema nervioso y el cerebro. Del mismo modo las personas adultas no están libres que los efectos del plomo, ya que en ellos puede ocasionar lesiones renales e hipertensión arterial. Y en el caso de mujeres gestantes, puede provocar abortos naturales, parto prematuro, muerte fetal, malformaciones leves o bajo de peso al nacer, debido a la exposición a concentraciones altas de plomo (ONU-2019)

Mientras tanto, se considera al plomo como un metal altamente dañino y tóxico que existe en la mayoría de las actividades humanas. (Corzo I. y Velásquez M., 2014).

Sin embargo, la exposición al plomo puede darse en el entorno, en el puesto de trabajo y esto se da primordialmente mediante: La absorción de partículas de plomo

ocasionadas por la combustión de instrumentos que tienen este metal (reciclaje no seguras, actividades de fundición, gasolina con plomo o decapado de pintura con plomo). (ONU-2019)

Por otro lado, la absorción de agua, polvo o comidas contaminadas (agua canalizada mediante tuberías de plomo o también alimentos empaquetados en envases con esmalte de plomo o soldados con este metal). (ONU-2019).

Debido al alto nivel de contaminación en los recursos hídricos, en el Perú, se han dado leyes para mejorar el manejo y controlar el derramamiento. Para ello a través de la Ley de Recursos Hídricos, es que el gobierno tuvo como iniciativa trabajar en los recursos hídricos y el ambiente y se manifiesta en ANA; Ministerio del Ambiente, aquellos donde especifican los Estándares de Calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles. Actualmente lo que se requiere es mejorar la calidad de los recursos hídricos, así como mantener un control, por ello actualmente se han dado leyes para un mejor control y de la misma manera contribuir al medio ambiente. (MINAM – 2008).

Asimismo, se considerará los Límites Máximos Permisibles según el ministerio del Ambiente, es una medición de concentración y de niveles de elementos, parámetros químicos y físicos, que se representan al efluente de las actividades mineras metalúrgicas y que al ser superada puede causar daños a la salud de las personas y al medio ambiente (MINAM, 2010, p.6).

En el D.S.: N° 002-2008-MINAM se estableció los estándares Nacionales de la calidad Ambiental (ECA) para el Agua y se sabe que, en la norma actual, se conoce las precisiones de las Categorías de los ECA para Agua: (Diario El Peruano, 2015 p. 1-7).

**Tabla 1: Concentraciones máximas permisibles de plomo (mg/l) según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.**

Categorías / Sub categorías	Pb (mg/L)
<b>Categoría 1: Uso poblacional y recreacional</b>	
<b>Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b>	
A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	0.01
A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	0.01
A3: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	0.05
<b>Aguas superficiales destinadas para recreación</b>	
B1: contacto primario	0.01
B2: Contacto secundario.	...
<b>Categoría 2: Actividades marino costeras</b>	
C1: Extracción y cultivo de moluscos bivalvos	0.05
C2: Extracción y cultivo de otras especies microbiológicas	0.05
C3: Otras actividades	0.05
<b>Categoría 3: Riesgo de vegetales y bebida de animales</b>	
<b>Categoría 4; Conservación del ambiente acuático</b>	
<b>Lagunas y Lagos</b>	0.01
<b>Ríos</b>	
Costa y sierra	0.01
Selva	0.05

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad de Agua.

De igual manera se determina a la bioadsorción como un desarrollo en donde algunos materiales de inicio natural concentran y retiene en su superficie compuesto y

sustancia de diferente naturaleza química, asistentes en disoluciones acuosas. En dicho desarrollo integran el bioadsorbente, una fase sólida y una fase líquida, el solvente, que tiene las especies disueltas que conviene separar de la disolución. Como efecto de la alta afinidad entre el adsorbato y el bioadsorbente, este es retenido y sobre el bioadsorbente por una secuencia de procesos complejos que integran la complejación, la adsorción en superficie, quimio-sorción, y en los poros. (Izquierdo, 2012, p.7).

Se dice también, que la biosorción hace referencia a una acumulación de contaminantes iniciando desde la solución acuosa de una biomasa ya sea viva o muerta por medio de los medios metabólicos o fisicoquímicos, el intercambio iónico y la adsorción. La absorción es ocasionada por 2 mecanismos: en la bioacumulación que es la que capta los iones metálicos que necesita energía y usan bacterias vivas, a diferencia de la bioadsorción que atrapa metales de modo pasivo y se usó bacterias muerta y biomasa (Zaipen,2013, p.40).

Por consiguiente, no es un proceso muy costoso; la técnica primordialmente está vinculada las especies metaloides de soluciones diluidas por diversos materiales de origen biológico, así también como a la remoción de los metales pesados, dichos materiales se localizan en la naturaleza en mayor cantidad y su transformación biosorbente (Muñoz .2007, p.8).

Del mismo modo, se hace mención a los compuestos estructurales de los instrumentos utilizados en la biosorción, poseen moléculas entre ellas los polisacáridos o nucleótidos y proteínas con diferentes grupos polares. La indagación de los instrumentos de un costo bajo con capacidad adsorbente, como desechos agrícolas y materiales biológicos han sido analizados para calcular la remoción de iones metálicos, ya que tiene una baja capacidad de materia inorgánica, y contiene una alta capacidad de pectinas, celulosa, y hemicelulosa con el fin de avanzar la adsorción de varios materiales (Rentería ,2014, p.6).

Por tanto, en la actualidad hay maneras no convencionales, en donde utilizan instrumentos naturales renovables con un costo bajo y contienen cualidades biosorbentes que erradican a partir de soluciones acuosas, que son metales pesados en conjunto pasivo a la biomasa no viva (Bermejo,2016, p. 29-30).

Por otro lado, la adsorción de iones pesados es económica, de disponibilidad libre, selectiva y facilidad de regeneración; por ende, sus técnicas con las sencillas e incluso requiere menos procedimientos en el tratamiento de aguas residuales. (Fadzil et al., 2016, p.1).

Por su parte, Castillo [et al]. (2005), menciona que la biosorción es aquel método en donde interviene un proceso pasivo que atrapa o extrae las partículas metálicas de los lugares acuosos, con un nivel alto de contaminación, usando biomazas ya sea muertas o vivas. Así mismo el nivel de biosorción estará sujeto a las cualidades del biosorbente, así como de los factores que pudiesen intervenir en la biosorción, como por ejemplo: el pH, tiempo de contacto, el tamaño de partícula, la velocidad de agitación y la temperatura. (p.543).

Del mismo modo nos dicen que la propiedad adsorbente tiene celulosa, también lignina y finalmente hemicelulosa, en donde los conjuntos funcionales preparan la interacción con contaminantes disueltos (Bermejo,2016, p.33).

Mientras tanto, la lignina procede del término latino (lignum), representa madera, por ende, se denomina leñosas a aquellas plantas que tengan un alto nivel de lignina. La lignina este entrelazado por enlaces carbono- carbono, polímetro tridimensional de fenilpropano. Aquella encargada de brindar la dureza y la resistencia a las plantas, luego de los polisacáridos prosigue el polímero orgánico, el más grande en el reino vegetal (Gómez, Velásquez y Quintana, 2013, p.75)

Asimismo, está conformada por una gran cadena de polisacáridos y carbohidratos, es aquel compuesto de las paredes celulares del reino vegetal, la falta de cadenas laterales ocasiona un acercamiento a las moléculas de celulosa, formándose así

estructuras rígidas (Rincón y Chávez, 2006, p.48).

Los biomateriales usados en dichos procedimientos ejercen en periodos inmediato, dan pie a efluentes de gran capacidad, con probabilidad de poder laborar en un gran rango de estipulación y se reduce el volumen de sedimento biológico y/o químico a ser erradicado, se consigue gran efectividad en la detoxificación de efluentes muy diluidos. (Sala, "et al"2010, p2).

Por otro lado, en los procedimientos de bioadsorción, influyen varios factores, de los cuales impiden o permiten a que se logre una óptima bioadsorción; algunos de esos factores pueden ser: propiedades de la biomasa, las propiedades del contaminante, condiciones del medio y parámetros físico-químicos. (Diego, 2012).

En la influencia en el tipo de los bioadsorbentes, poseen cualidades esenciales para que se puedan dar los procedimientos de adsorción, ejemplos: su disponibilidad, el tipo y cantidad de grupos funcionales presentes, afinidad que pueda haber entre el adsorbente y el meta y estado químico. Si se desea saber las cualidades que tienes el bioadsorbente que se usara, hay que hacer su caracterización, que consiste en un pretratamiento, es decir el lavado, secado y triturado (Diego, 2012).

Mientras tanto, el adsorbato tiene propiedades que se unen a los iones metálicos, para ello se debe saber la naturaleza con referencia a la dureza, ya que los iones duros poseen predilección por grupos funcionales o ligados, quienes tienen oxígeno que dan origen a interacciones de modo electrostático, por otro lado, los iones blandos se vinculan con los grupos que poseen sulfuro o nitrógeno por medio de interacciones covalentes (Argaman, 2004).

Para la influencia del tamaño de la partícula se estima que se independiente a la Capacidad de retención, debido a que en su forma porosa interna se ubica la superficie. A pesar de ello hay casos donde la capacidad de adsorción incrementa al bajar el tamaño de las partículas , incrementando de igual manera el área de contacto

y la accesibilidad de las moléculas pequeñas, por ende es mejor un tamaño inferior a 1mm , ya que al haber al existir menos dimensión de la partícula , habrá un mayor número de centros activos disponibles , dándose así la reacción y una gran facilidad para que el adsorbato pueda acceder a ellos teniendo menor limitación a la difusión (Tejada, 2015).

La intervención de pH es primordial, esta daña la capacidad de adsorción en la solución acuosa, Influye en la manera que están las especies a adsorber y en su carga superficial. Pueden existir variantes de pH , ya que inmediatamente tienen incidencia en los procedimientos y normalmente se presenta de 3 formas ; el estado de los lugares activos de la biomasa cambia con el pH del medio , haciéndose más o menos disponibles para la vinculación con los compuestos en disolución ; también es de suma importancia los valores de pH extremos , los cuales pueden causar daños en la forma del material y es importante también la solubilidad y especiación del metal en disolución que son componentes que necesitan del pH (Bedoya, 2009).

Con tan solo un cambio en el pH de la solución varía el estado de conjuntos funcionales y se modificaría sus interacciones con los contaminantes, de esa manera al ser el pH bajo, la superficie del material podría cargarse positivamente inhibiendo la aproximación de los cationes metálicos u otros contaminantes, a diferencia de tener valores altos de pH, podría haber problemas de precipitación en el metal. Debido a ello se considera que un pH óptimo para el proceso de adsorción sería entre 4-7. (Volesky, 2003).

La temperatura es una influencia para una buena bioadsorción, ya que es analizada dependiendo de cómo se comporte por medio de isotermas de adsorción, quienes ayudan a tener el equilibrio adsorbente/adsorbato, por ende, se ha comprobado que la temperatura no cambia la capacidad de adsorción y que por ende no habrá variación al modificar este parámetro. Así mismo al haber un incremento de temperatura, este mejoraría la capacidad de adsorción, y por el contrario si hay un nivel alto de

temperatura, podría generar daños en la composición del material disminuyendo la adsorción (Liu & Wang, 2009).

Por otro lado, para la captación pasiva de iones metálicos, para los mecanismos de la bioadsorción, el enlazamiento y acumulación de estos contaminantes puede ocasionarse por diversos mecanismos como: complejación, intercambio iónico, la adsorción física, intercambio iónico, etc. Estos fenómenos no implicarían un control metabólico como en la bioacumulación. (Martin,2008).

Mientras tanto, el intercambio iónico está compuesto de polisacáridos, como forma básica de su constitución, esta se da en las paredes celulares de la biomasa. Las propiedades para el intercambio iónico de los polisacáridos naturales que se han estudiado detalladamente, y se ha determinado fielmente la propiedad de que los iones metálicos divalentes se intercambian con ciertos iones ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) de los polisacáridos. (Martin, 2008).

Por otra parte, el carbón activado pertenece a una familia de materiales carbonáceos, con característica porosa, difícil de definirlo por una formula estructural, separador de molecular de alta optimización e incluso de especies definidas a grado molecular. (Navarro & Vargas, 2009).

Mientras tanto, para el proyecto de investigación se usó un tipo de carbón activado en polvo u cenizas, la cual se define de acuerdo a su contenido de partículas menores a 0.18 mm y superiores que 90 %. El carbón muchas veces se utiliza para fluidos de limpieza industrial en el caso de carbón activado ya sea en polvo o cenizas. Después de la adsorción, el polvo de carbono debe ser separado del líquido por medio de filtración. (AQUASOFT ,2018).

De igual manera, Sánchez, Arismendi y Paucar (2014), hacen referencia que el nombre científico del maíz es *Zea mays*, así como el que es un vegetal oriundo del Perú, también se le conocía como sara; cereal que tiene 15% de coronta y 85% de



granos. Es una planta que tiene antocianinas dispersas en diversas proporciones como hojas, tallos y mazorca, las antocianinas con grupos hidroxilo fenólicos vecinos pueden secuestrar diversos metales, además la planta de maíz tiene propiedades nutritivas, funcionales y medicinales actúa como antioxidante, presenta una de las fuentes de alimentación más importante en el Perú (p.21).

Por su parte, la Tusa de Maíz en muchos casos se transforma en material variable para aplicarlo en procedimientos de adsorción. Material orgánico que contiene celulosa y lignina, también conocido como desecho. (Torres,2014, p.2)

Se muestra la composición química de la tusa de maíz, diseñando a continuación la siguiente tabla:

**Tabla 2: Análisis bromatológicos tuza de maíz o coronta**

Parámetros (%)	Tusa100%
Cenizas	10,85
Grasa	7,29
Humedad	9,37
Proteína	3,85
Fibra	25,99

Fuente: Valencia 2002 y Yambay 2000

**Tabla 3: Porcentaje de celulosa y lignina.**

Análisis	Olote o Coronta 100%
Lignina (%)	1,57
Celulosa (%)	5,28

Fuente: LAB. NUTRICION ANIMAL ESPOCH 2008.

Teniendo en consideración, la tusa de maíz se calcinará hasta llegar a ser un material poroso de carbón el cual tiene diversas propiedades entre ellas una gran superficie

interna que le admite tener una gran capacidad de adsorción. Este es abiertamente usado como vapores, adsorbente de gases y solutos en disolución. (Jara 2012, p.22).

Mientras tanto, los sistemas de biofiltros se han utilizado desde hace unos treinta años en explícitas zonas de Europa para manipular las aguas residuales de pequeños municipios. Estos sistemas se han estado incorporando en muchas partes a nivel mundial como por ejemplo en América del norte, sur y centro del continente, con el fin de ejecutar el método de las aguas contaminadas y residuales. El problema de saneamiento básico en América del Sur, han sido muy eficaces y con resultados muy buenos y sobre todo económicos. (García & Corzo, 2009, p.93).

Asimismo, existen los denominados sistemas naturales de tratamiento, el cual son biofiltros construidos, que tienen como principal ejecución, depurar las aguas residuales. Todos los contaminantes encontrados en las aguas residuales serán removidos por una cadena de procedimientos biológicos, físicos y químicos que se ejecutan en el ambiente natural entre algunas encontramos: (Peña,"et al", 2003, p.29).

La adsorción a las partículas del suelo

Sedimentación

La transformación microbiana

La asimilación por las plantas

Por último, los biofiltros es un método que se asemejan a los humedales artificiales que son suelos saturados por agua, se consideran una técnica biológica que permite remoción de los contaminantes que se encuentran en las aguas con alto contenido de toxicidad (Delgadillo "et al., 2010, p.7).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo explicativo porque evaluamos y analizamos las características del agua del Rio Moche – Otuzco.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es experimental, pues la variable el biofiltro con ceniza de tusa de maíz es el material adsorbente utilizado para la captura de iones metálicos con la superficie de sitios activos que presenta este biosorbente y se observará el impacto que tiene sobre la variable remoción de plomo mediante un estudio experimental.

#### **3.2 Variable y Operacionalización**

##### **Variable independiente.**

La variable independiente cuantitativa es el biofiltro de ceniza de tusa de maíz la cual se empleará como material bioadsorbente para la remoción de plomo en las aguas del rio Moche.

##### **Definición conceptual**

Equipo elaborado a base de la parte fibrosa del maíz después de ser desgranada y modificadas a altas temperaturas, que son desechados por agro-industrias.

Poseen cualidades aptas para retener iones metálicos, a través de desarrollo de tratamiento (VERA,1995, p.6)

### **Definición operacional**

Remover una cantidad significativa de plomo de las aguas del río Moche-Otuzco mediante la elaboración de un prototipo de biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz y determinar a través del análisis fisicoquímico las características del agua.

### **Indicadores**

Los indicadores de la variable biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz son el volumen de la partícula, la porción de la ceniza de tusa de maíz, la capacidad de adsorción y el porcentaje de remoción.

### **Escala de medición**

La escala de medición ha sido por razón

### **Variable dependiente.**

La variable dependiente cuantitativa es la remoción de plomo en las aguas del río Moche-Otuzco

### **Definición conceptual**

Remoción de plomo del agua del río Moche.

La remoción de Plomo es un término que describe la cantidad en (%) de metales pesados eliminados por un material adsorbente (TEJADA, 2016, p.1)

### **Definición operacional**

Las características del agua fueron medidas en base a los parámetros físicos como son conductividad, color, el pH, los sólidos suspendidos absolutos así se midió la concentración inicial del contaminante como el plomo, y del mismo modo la concentración final de este.

## **Indicadores**

Tenemos como indicadores de la variable dependiente remoción de plomo en las aguas del río Moche-Otuzco al pH, la conductividad, la turbiedad, S. S. T., concentración de inicio y de fin de pb y porcentaje de remoción.

## **Escala de medición**

Su escala de medición es por razón

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población es indeterminada es decir el agua del río Moche evaluada en diferentes intervalos de tiempo.

#### **Muestra**

Se tomará una muestra de 30 litros de agua, para el análisis de las concentraciones del Pb presente en las aguas del río Moche – Otuzco, donde serán utilizados en el desarrollo experimental de la investigación.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnica de recolección de datos**

El método que se usó en esta investigación fue la observación experimental de laboratorio, debido a que se realizó el registro sistemático, confiable y válido de comportamientos y situaciones observables.

### **3.4.2 Instrumento de Recolección de Datos (IRD)**

El instrumento utilizado serán las fichas de laboratorios o también llamados protocolos, que se rigen al método para los diferentes ensayos tales como conductividad, turbiedad, PH, sólidos suspendidos totales y plomo cuyos métodos de ensayo fueron 25108APHA-AWWA-WEF.23rd Edition.2017, 21308.APHA-AWWA-WEF23rd Edition.2017, Method.4500-H+.APHA-AWWA-WEF.23rd Edition.2017, SM 2540D 23rd Ed 2017 y SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B.23rd Ed. 2017 respectivamente.

## **3.5 Procedimientos.**

### **3.5.1 Preparación del bioadsorbente:**

- Se recolectó tusa de maíz (maíz amarillo duro desgranado) aproximadamente 30 Kg de las chacras del centro Poblado Alto Perú que se encuentra situada al noreste del distrito de Santa – Santa – Ancash. A - 8.943805S, -78.577860W.
- Se lavó con abundante agua para erradicar todo rastro de polvo o alguna impureza.
- Se realizó un secado natural de la tusa, la cual fue extendida en un plástico y secada al aire libre durante 1 semana.
- Se tomó una pequeña muestra la cual fue pulverizado y tamizado para luego ser llevado a realizarse el ensayo de ATD (análisis térmico diferencial) para conocer el grado de calcinación.

### **3.5.2 Preparación de las cenizas de tusa de maíz y activadas térmicamente:**

Procedimiento para realizar la ceniza activado térmicamente. Luego de haber realizado todos los procedimientos anteriores, se realizó lo siguiente:

- Se tomó aproximadamente 25 kg de tusa de maíz del total recolectado.
- Se coloca en un fogón o brasa al olote de maíz o tusa

- Cuando se observa que la tusa de maíz presenta un color rojizo se procede a retirar.
- Se deja enfriar por 24 horas.
- Luego es calcinado en una mufla a 640°C durante 90 minutos.
- Transcurrido el tiempo se dejó enfriar en el horno
- Se obtuvo 796 gr aproximadamente del material ya activado.
- Las cenizas de tusa de maíz ya activada térmicamente se trituro con un mortero doméstico y se tamizo a tamaño de partícula 250 µm.
- Al final del procedimiento el peso del material fue de 244 gr aproximadamente.
- Se tomó una pequeña muestra aproximadamente 12 gr para hacer el análisis de fluorescencia de rayos-x.

### **3.5.3 Ensayos de Bioadsorción:**

- Se elaboró un biofiltro a base de baldes y tubería con un soporte de estructura metálica.
- Se vertieron dos dosificaciones de 5 gr y 6 gr los cuales fueron surtidos en dos recipientes de 10 litros cada uno.
- Luego se dejó reposar por 1 hora en contacto con el material bioadsorbente (cenizas de tusa de maíz) siendo esto el proceso de decantación.
- Se mantuvo refrigerado en los frascos a temperatura menor de 6°C en un cooler para luego ser llevado a los laboratorios de control de calidad de SEDALIB SA, para sus respectivos análisis.

Este procedimiento se realizó por tres repeticiones.

### **3.6 Método de análisis de datos.**

Para tratar los datos, se usó hojas de cálculo del programa Microsoft Excel, así mismo para una mejor interpretación de los datos obtenidos, porque se puede elaborar una base de datos que nos sirvió para diseñar gráficos y tablas para posteriormente ser comparados con lo normado por el ECA y MINAM , al igual que el Análisis de varianza (ANOVA) que nos ayudó para determinar si existen diferencias estadísticamente entre los grupos experimentales.

### **3.7 Aspecto éticos.**

Los resultados e información presentada en el proyecto de investigación serán de calidad y para garantizar buenos resultados se está considerando las normativas establecidas por el Ministerio Nacional del Ambiente (MINAM), tratando de cumplir con los Estándares de Calidad del Agua (ECA) así también tomando en consideración los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los ensayos y datos que se obtuvieron en laboratorio no serán alterados ni manipulados, se gestionaron con total veracidad y transparencia. Asimismo, los aportes técnicos del asesor permitieron ampliar nuestros conocimientos con la finalidad de obtener una validación certera en la investigación.



## IV. RESULTADOS

**4.1.Objetivo 1:** Determinar las características físico-química del agua del río Moche-Otuzco.

En la tabla se muestra los resultados de los ensayos realizados a las muestras antes del tratamiento

DESCRIPCION	PATRON
Tipo matriz	Agua superficial

### Muestra N.º 1

**Tabla 4:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N.º 1 (agua no tratada).**

Ensayo	Método de ensayo	Unidades	Resultados
CONDUCTIVIDAD	25108APHA-AWWA- WEF.23rd Edition.2017	µS/cm	368
TURBIEDAD	21308.APHA-AWWA- WEF23rd Edition.2017	NTU	235
PH	Method.4500-H+. APHA- AWWA-WEF.23 <sup>rd</sup> Edition.2017	Unidad de PH	3.51
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	218.5
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B.23 <sup>rd</sup> Ed. 2017	mg/L	0.20075

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

### Descripción:

se muestra en el siguiente cuadro los resultados arrojados del análisis de la muestra de agua superficial es decir de las muestras tomadas del río Moche antes de su tratamiento cuyos resultados son de 368 µS/cm para la conductividad, 235 NTU para la turbiedad, presenta también un pH ácido cuyo grado es de 3.51; así mismo, presenta una cantidad de 218.5 mg/l de SST y 0.20075mg/l de plomo

## Muestra N.º 2

**Tabla 5:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N°2 (agua no tratada).**

Ensayo	Método de ensayo	Unidades	Resultados
CONDUCTIVIDAD	25108APHA-AWWA-WEF.23rd Edition.2017	µS/cm	370
TURBIEDAD	21308.APHA-AWWA-WEF23rd Edition.2017	NTU	225
PH	Method.4500-H+. APHA-AWWA-WEF.23rd Edition.2017	Unidad de PH	3.41
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	218.2
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B.23rd Ed. 2017	mg/L	0.20005

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

### Descripción:

En este segundo análisis tomadas para el agua antes de ser tratada o procesada mediante el biofiltro los resultados obtenidos son para la conductividad 370 µS/cm, para la turbiedad 225 NTU, mientras que para el grado de pH es de 3.41 presentado como pH ácido; así mismo se puede observar la cantidad de SST que es de 218.2 mg/l y para el plomo es de 0.20005mg/l.

### Muestra N° 3

**Tabla 6:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N°3 (agua no tratada).**

Ensayo	Método de ensayo	Unidades	Resultados
CONDUCTIVIDAD	25108APHA-AWWA- WEF.23rd Edition.2017	μS/cm	387
TURBIEDAD	21308.APHA-AWWA- WEF23rd Edition.2017	NTU	238
PH	Method.4500-H+. APHA- AWWA-WEF.23 <sup>rd</sup> Edition.2017	Unidad de PH	3.53
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	221.5
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B.23 <sup>rd</sup> Ed. 2017	mg/L	0.20185

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

#### **Descripción:**

Se puede observar en la tabla N°5 los resultados arrojados del análisis del agua del río moche antes del tratamiento, es decir, de la muestra patrón cuyas cantidades son para la conductividad 387 μS/cm, para la turbiedad 238 NTU, así también se puede apreciar que se encuentra en un rango ácido respecto al pH ya que se encuentra en un nivel de 3.53, además se observa que la cantidad de plomo y SST son de 0.20185 mg/l y 221.5 mg/l respectivamente.

**Se muestra tres resultados con respecto a cada característica fisicoquímica del agua de la muestra patrón por lo que se deberá promediar los resultados de cada ensayo.**

#### 4.1.1 Cálculo del promedio de conductividad

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = \frac{368\mu\text{S/cm} + 370\mu\text{S/cm} + 387\mu\text{S/cm}}{3}$$

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = 375\mu\text{S/cm}$$

#### 4.1.2 Cálculo del promedio de la turbiedad

$$\text{TURBIEDAD} = \frac{235\text{NTU} + 231\text{NTU} + 238\text{NTU}}{3}$$

$$\text{TURBIEDAD} = 234.67 \text{ NTU}$$

#### 4.1.3 Cálculo del promedio del grado de PH

$$\text{PH} = \frac{3.51 + 3.45 + 3.53}{3}$$

$$\text{PH} = 3.50$$

#### 4.1.4 Cálculo del promedio de los sólidos suspendidos totales

$$\text{SST} = \frac{218.5 \text{ mg/l} + 218.2\text{mg/l} + 221.5\text{mg/l}}{3}$$

$$\text{SST} = 219.4\text{mg/l}$$

#### 4.1.5 Cálculo del promedio de la cantidad plomo

$$\text{Plomo} = \frac{0.20075 \text{ mg/l} + 0.20005\text{mg/l} + 0.20185\text{mg/l}}{3}$$

$$\text{Plomo} = 0.20088\text{mg/l}$$

## 4.2. Objetivo 2: Diseñar un biofiltro a base de cenizas de tuza de maíz

En la siguiente hoja se muestra los resultados del cálculo Hidráulico para el diseño del Biofiltro.

### 4.2.1 DISEÑO HIDRAULICO DEL BIOFILTRO

Caudal de Diseño de la Población:  $Q_d = 7.18$  l/s (según hojas de cálculo de sistema existente).

En el presente proyecto se diseñó un filtro dinámico, el cual trabajará con el 70% del caudal de la demanda de la población.

### 4.2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Caudal de diseño ( $Q_d$ ) = 7.180 l/s

Caudal por filtrar: 70% = 5.026 l/s

= 0.005026 m<sup>3</sup>/seg

Velocidad de filtración ( $V_f$ ) = 0.50 - 3.00 m-h

Velocidad adoptada = 2.100 m/h

= 0.000583 m/seg

### 4.2.3 CÁLCULO DEL AREA SUPERFICIAL

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f}$$

Dónde:

$Q_f$  =Caudal a filtrarse (m<sup>3</sup>/seg)

$V_f$  =Velocidad de filtración (m/seg)

$$A_s = 8.60 \text{ m}^2$$

#### 4.2.4 CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFILTRO

Diámetro (impuesto)  $D = 3.31 \text{ m}$

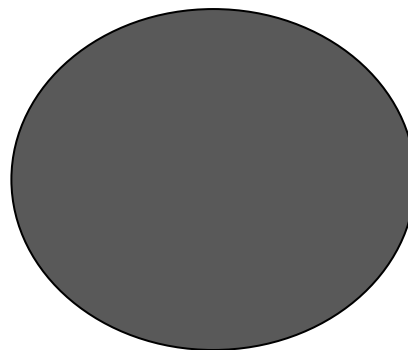
#### 4.2.5 MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO DINÁMICO:

Diámetro del Filtro  $D = 3.31 \text{ m}$

Área de Filtración  $\pi D^2/4 = 8.60 \text{ m}^2$

Diámetro =  $D = 3.31 \text{ m}$

Diámetro =  $D = 3.31 \text{ m}$



#### 4.2.6 COMPROBACION DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVADO

$$b = 3.40 \times \frac{QL}{Vs^3}$$

Dónde:

$$Vs = \sqrt[3]{3.40 \times \frac{QL}{b}}$$

b = Ancho del biofiltro = 4.38 m

Q = Caudal disponible para el lavado superficial

Vs = Velocidad superficial de lavado = 0,15 - 0,30 m/s

Nota:

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso al biofiltro = 5.026 l/seg.

Vs = 0.17 m/s

se encuentra dentro de norma: entre 0.15 - 0.30 m/seg. es aceptable

#### 4.2.7 LONGITUD DE ENTRADA Y SALIDA DEL BIOFILTRO

Nota:

El valor de la cámara de entrada y salida debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro.

Cámara de entrada y salida: 20%

LARGO DE CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA = 0.66 m

Adoptamos: = 0.20 m

Considerando las cámaras de entrada y salida de sección cuadrada, tenemos:

$$\text{LARGO DE LA CÁMARA DE ENTRADA} = \text{LE (BIOFILTRO)} = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{LARGO DE LA CÁMARA DE SALIDA} = \text{LS (BIOFILTRO)} = 0.20 \text{ m}$$

#### 4.2.8 CALCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO

$$H_f = H_{ls} + H_{al} + H_{bl}$$

Donde:

$$H_f = \text{Altura total del Biofiltro} \quad (\text{m})$$

$$H_{ls} = \text{altura del lecho de soporte (sedimentos)} \quad 0.20 \text{ m}$$

$$H_{al} = \text{altura del agua} \quad 0.60 \text{ m}$$

$$H_{bl} = \text{altura del borde libre} \quad 0.20 \text{ m}$$

$$H_f = H_{ls} + H_{al} + H_{bl}$$

$$H_f = 0.20 \text{ m} + 0.60 \text{ m} + 0.20 \text{ m}$$

$$H_f = 1.00 \text{ m}$$

Mantenimiento del Biofiltro:

El mantenimiento del biofiltro deberá realizarse cada 4 o 6 meses, debido a que como el C.P. Shorey chico no cuenta con un desarenador ni con una poza sedimentador, muchas veces el agua de la captación arrastra partículas de lodo y arena los cuales pueden bloquear el orificio del grifo por el cual filtra el agua, disminuyendo su funcionalidad.



**4.3 Objetivo 3:** Determinar la cantidad de remoción de Plomo y el Análisis Físico Químico de las muestras después del tratamiento.

En las tablas se muestran los resultados de los ensayos realizados a las muestras después del tratamiento

DESCRIPCION	EXPERIMENTAL 1 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL 2 6 gr. CCS
Tipo matriz	Agua de proceso	Agua de proceso

### Muestra N° 1

**Tabla 7:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N°1 (agua tratada).**

Ensayo	Unidad	Experimental N°1	Experimental N°2
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	704	665
TURBIEDAD	NTU	18.1	0.52
PH	Unidad de PH	9.3	9.19
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	23.3	22.5
PLOMO	mg/L	0.02504	0.01396

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

### Descripción:

Se observa en la tabla los resultados de la Experimental N°1 y Experimental N°2 (agua tratada) de las aguas del río Moche cuyas características después del tratamiento y arrojan una medida de 737.3 y 676.7 μS/cm respectivamente, en lo concerniente a la conductividad cuya medida no debe exceder los 1500 μS/cm según el ECA por lo se aprecia que se encuentra en un nivel moderado, también se puede observar que tiene un PH de 9.38 y 9.30 es decir que presenta un grado de alcalinidad; además podemos observar que la cantidad de plomo a comparación con la muestra N° 1 (muestra patrón) ha disminuido considerablemente ya que antes de ser tratada presentaba 0.20086 mg/L y después del tratamiento ambas muestras presentan 0.02469 y 0.01437 mg/L respectivamente esto se debe al efectivo proceso de adsorción, también se

observa que la cantidad de SST son 23.3 y 22.5 mg/l respecto a las dosis de 5 y 6 gr/l y por último se aprecia que la turbiedad para el experimental 1 y 2 son de 18.1 y 0.52 respectivamente

## Muestra N.º 2

**Tabla 8:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N°2 (agua tratada).**

Ensayo	Unidad	Experimental N°1	Experimental N°2
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	707	660
TURBIEDAD	NTU	18.5	0.85
PH	Unidad de PH	9.32	9.01
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	25.6	20.8
PLOMO	mg/L	0.02001	0.01352

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

### Descripción:

En la tabla de resultados se observa que la medida de la conductividad es 707 µS/cm y 660µS/cm para el experimental 1 y 2 cuyas dosificaciones fueron de 5 y 6 gr/l respectivamente. Así mismo, para la turbiedad arroja 18.5 NTU Y 085 NTU, también se observa el grado de PH para ambas muestras que son de 9.32 y 9.01 presentando un grado de alcalinidad para las dos, además el cuadro muestra que la cantidad de SST para ambas muestras son de 25.6 y 20.8 gr/l respecto a las dosis de 5 y 6 gr/l y para finalizar se puede visualizar que la cantidad de plomo son de 0.02001 y 0.01352 mg/l para ambas muestras respectivamente.

### Muestra N.º 3

**Tabla 9:**

**Resultados analíticos de ensayos fisicoquímicos para la muestra N°3 (agua tratada).**

Ensayo	Unidad	Experimental N°1	Experimental N°2
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	801	705
TURBIEDAD	NTU	19.2	0.72
PH	Unidad de PH	9.51	9.69
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	35.9	25.5
PLOMO	mg/L	0.02903	0.01562

Fuente: Laboratorios de control de calidad SEDALIB

#### **Descripción:**

En la tabla N°9 se observa los resultados arrojados por los ensayos realizados en el laboratorio cuyas muestras fueron analizadas después del tratamiento mediante el biofiltro a base de cenizas tusa de maíz. En el cual se observa dos resultados por cada ensayo cuyas medidas para la conductividad arroja para la experimental 1 y 2 una cantidad de 801 y 705 µS/cm respectivamente, mientras que para la turbiedad arroja 19.2 y 0.72 NTU respecto al experimental 1 y 2, se observa también que el pH presenta un grado alcalino para ambos resultados tanto para el resultado 1 y el resultado 2 cuya pH son 9.51 y 9.69 respectivamente. Por otro lado, también se observa que la cantidad de SST son de 35.9 y 25.5 mg/l y para el plomo una cantidad de 0.02903 y 0.01582 mg/l para los experimentales 1 y 2 respectivamente. Cabe mencionar que el experimental se realizó con una dosis de 5 gr/l y el experimental 2 con una dosis de 6 gr/l.

Se muestra tres resultados con respecto a cada característica fisicoquímica del agua de la muestra Experimental 1 y la muestra experimental 2 cuyas dosificaciones son de

5 gr/l y 6 gr/l respectivamente por lo que se deberá promediar los resultados de cada ensayo.

#### **4.3.1 Para la muestra experimental N°1 cuya dosificación es de 5 gr/l:**

##### **4.3.1.1 Cálculo del promedio para la conductividad**

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = \frac{704 \mu\text{S/cm} + 707 \mu\text{S/cm} + 801 \mu\text{S/cm}}{3}$$

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = 737.3 \mu\text{S/cm}$$

##### **4.3.1.2 Cálculo del promedio para la turbiedad**

$$\text{TURBIEDAD} = \frac{18.1 \text{NTU} + 18.5 \text{NTU} + 19.2 \text{NTU}}{3}$$

$$\text{TURBIEDAD} = 18.6 \text{NTU}$$

##### **4.3.1.3 Cálculo del promedio del PH**

$$\text{PH} = \frac{9.30 + 9.32 + 9.51}{3}$$

$$\text{PH} = 9.38$$

##### **4.3.1.4 Cálculo del promedio de Sólidos suspendidos totales**

$$\text{SST} = \frac{23.3 \text{mg/l} + 25.6 \text{mg/l} + 35.9 \text{mg/l}}{3}$$

$$\text{SST} = 28.3 \text{mg/l}$$

##### **4.3.1.5 Cálculo del promedio para el contenido de plomo**

$$\text{PLOMO} = \frac{0.02504 \text{mg/l} + 0.02001 \text{mg/l} + 0.02903 \text{mg/l}}{3}$$

$$\text{PLOMO} = 0.02469 \text{mg/l}$$

#### 4.3.2 Para la muestra experimental N° 2 cuya dosificación es de 6 gr/l:

##### 4.3.2.1 Cálculo del promedio para la conductividad

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = \frac{665\mu\text{S/cm}+660\mu\text{S/cm}+705\mu\text{S/cm}}{3}$$

$$\text{CONDUCTIVIDAD} = 676.7 \mu\text{S/cm}$$

##### 4.3.2.2 Cálculo del promedio para la turbiedad

$$\text{TURBIEDAD} = \frac{0.52\text{NTU}+0.85\text{NTU}+0.72\text{NTU}}{3}$$

$$\text{TURBIEDAD} = 0.70 \text{ NTU}$$

##### 4.3.2.3 Cálculo del promedio del PH

$$\text{PH} = \frac{9.19+9.01+9.69}{3}$$

$$\text{PH} = 9.30$$

##### 4.3.2.4 Cálculo del promedio de Sólidos suspendidos totales

$$\text{SST} = \frac{22.5\text{mg/l}+20.8\text{mg/l}+25.5\text{mg/l}}{3}$$

$$\text{SST} = 22.9 \text{ mg/l}$$

##### 4.3.2.5 Cálculo del promedio para el contenido de plomo

$$\text{PLOMO} = \frac{0.01396\text{mg/l}+0.01352\text{mg/l}+0.01562\text{mg/l}}{3}$$

$$\text{PLOMO} = 0.01437\text{mg/l}$$

### 4.3.3 Calculando la remoción de plomo con dosis de 5 y 6 gr/l

para este análisis se empleará la siguiente formula:

$$\epsilon = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

Donde:

$c_i$ : concentración inicial de plomo

$c_f$ : concentración final de plomo

$\epsilon$ : porcentaje de remoción

#### 4.3.3.1 porcentaje de remoción de plomo con dosis de 5 gr/l

$$\epsilon = \frac{(0.20086 \text{ mg/l} - 0.02469 \text{ mg/l})}{0.02469} \times 100$$

$$\epsilon = 87.70\%$$

#### 4.3.3.2 porcentaje de remoción de plomo con dosis de 6 gr/l

$$\epsilon = \frac{(0.20086 \text{ mg/l} - 0.01437 \text{ mg/l})}{0.02469} \times 100$$

$$\epsilon = 92.85\%$$

### 4.3.4 Calculando la capacidad de bioadsorción de la ceniza de tusa de maíz en una dosis de 5 y 6 gr/l.

se empleará la siguiente formula:

$$Q_{eq} = \frac{(c_i - c_f)}{m} \times V$$

Donde:

$Q_{eq}$ : capacidad de biosorción

$c_i$ : concentración inicial de plomo

$m$ : concentración final de plomo

$V$ : volumen de la muestra

#### **4.3.4.1 capacidad de bioadsorción con dosis de 5 gr/l.**

$$Q_{eq} = \frac{(0.20086 \text{ mg/l} - 0.02469 \text{ mg/l})}{5 \text{ g}} \times 1$$

$$Q_{eq} = 35.23 \text{ mg/g}$$

#### **4.3.4.2 capacidad de bioadsorción con dosis de 6 gr/l.**

$$Q_{eq} = \frac{(0.20086 \text{ mg/l} - 0.01437 \text{ mg/l})}{6 \text{ g}} \times 1$$

$$Q_{eq} = 31.08 \text{ mg/g}$$

**Gráfico 1: porcentaje de plomo removido con dosis de 5 gr/l**



Fuente: elaboración propia 2021

**Descripción:**

Las gráficas muestran que la Experimental N°1 en la cual se realizó con dosis de 5 g/l tuvo un considerable porcentaje de remoción logrando remover hasta el 87.71%.

**Gráfico 2: porcentaje de plomo removido con dosis de 6 gr/l.**



Fuente: elaboración propia 2021



### Descripción:

Se puede apreciar en la gráfica N°2 que la Experimental N°2 en la cual se empleó una dosificación de 6 g/l tuvo un alto nivel remoción logrando elevar el porcentaje de remoción hasta un 92.85%

### Análisis estadísticos de los resultados

**Tabla 10: Remoción de plomo (mg/L) según aplicación de ceniza de tuza de maíz (gr/l) en las aguas del río Moche – Otuzco, 2021.**

Remoción de plomo (mg/L)		
Patrón	5 gr/l de CTM	6 gr/l de CTM
0,20075	0,02504	0,01396
0,20005	0,02001	0,01352
0,20185	0,02903	0,01562

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

### Descripción:

En la tabla 10 se puede apreciar que la mayor cantidad de plomo (mg/L) en las aguas del río Moche- Otuzco, se presenta mayor en las muestras patrón y menos cantidad de plomo se presenta en las muestras en la que se adicionó 6 gr/l de cenizas de tuza de maíz.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (estadístico= 2.765,  $p = 0.141$  y  $p > 0.05$ ) de las cantidades medias de plomo (gr/L) obtenidas en cada una de las

muestras de agua en cada tratamiento (adición de un porcentaje de ceniza de tuza de maíz) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

**Tabla 11: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las cantidades de plomo (mg/L) en las muestras de agua del río Moche – Otuzco, 2021.**

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición ceniza tuza de maíz	0,065938	2	0,,	4399,760	0,000
Error	0,000045	6	0,000007		
Total	0,065983	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio.

### **Descripción:**

En la tabla 11 se puede visualizar que para la adición de ceniza de tuza de maíz, el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p=0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (cantidades de plomo medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las cantidades medias de plomo en (mg/L) logradas en las muestras de agua con un porcentaje de ceniza de tuza de maíz en 0% gr/l (patrón), 5% gr/l y 6% gr/l, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las cantidades de plomo (mg/L) en las muestras de agua.

**Tabla 12: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las cantidades de plomo medias de las muestras de agua son diferentes.**

Adición de ceniza	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
6%	0.0143667		
5%		0.0246933	
0% (patrón)			0.2008833

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio.

0% (patrón)	0.2008833..... a
5%	0.0246933.....b
6%	0.0143667..... c

**Descripción:**

En la tabla 12, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las muestras de agua que tienen mayor cantidad de plomo es la correspondiente a las del patrón (0.2008833), seguido de las muestras de agua con 5% de ceniza de tuza de maíz (0.0246933) y finalmente las muestras que registran menor cantidad de plomo son las tienen 6% de ceniza de tuza de maíz (0.0143667).

Estos resultados nos llevan a decir que las muestras con adición de ceniza son las que generan mayor remoción de plomo, siendo la adición de 6% la que genera las muestras de agua con menos cantidad de plomo.

## V. DISCUSIONES

Se realizó esta investigación con la finalidad de determinar si el prototipo de biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz podría utilizarse como un adsorbente natural para la remoción de plomo, donde luego de realizar el experimento se determinó cuál de las dos dosificaciones llegó a ser un potencial bio-adsorbente con la capacidad de obtener un mayor porcentaje de remoción de plomo y así dar con la respuesta a nuestro problema planteado y verificar la hipótesis hecha.

De los resultados obtenidos en relación a la hipótesis planteada el biofiltro en base a cenizas de tusa de maíz tiene la capacidad de remover Plomo de aguas contaminadas del río Moche y respecto al porcentaje de remoción óptima de plomo usando las cenizas de tusa de maíz con una dosis de 5 g/L y 6 g/L de agua se obtuvieron el 87.71% y 92.85% respectivamente logrando remover una significativa cantidad de plomo al mismo tiempo que responde a la pregunta planteada anteriormente; sin embargo, a pesar de la significativa cantidad de plomo removido no se logró disminuir cantidades por debajo del límite permisible según los Estándares de calidad del agua (ECA). Estos resultados a diferencia de Balseca (2017) en su investigación titulada "Capacidad del zuro de maíz *Zea mays* como bioadsorbente para remover Plomo divalente en aguas contaminadas a nivel laboratorio, SJL, 2017" en la cual agregó en vasos precipitados las diferentes dosis del bioadsorbente de los experimentos (1g/L, 2g/L y 4g/L) y 250mL de la solución preparada. En la que se agitó a 150 rpm durante 2h, estos ensayos se llevaron a cabo a una temperatura de 20°C mediante filtrado con papel Wattman N°40 que separó el biomaterial de la solución logro remover hasta el 91,30% con la dosificación de 4 gr/l.

Por otro lado, con respecto a la variación del PH en los resultados arrojados se observa que el nivel de PH se elevó de 3.51 hasta 9.35 es decir que alcanzó un PH alcalino a diferencia de Sánchez (2018) en su investigación "Biosorción de plomo y cadmio con la tusa de maíz (*zea mays*. l.), en las aguas del río Rímac- zona de corcona, Huarochirí", el cual tuvo una reducción de 7.20 a 5.20, debido a que el material biosorbente se encuentra en sitios ácidos según los antecedentes obtenidos de este.

cabe mencionar que para este experimento se empleó como biosorbente a las cenizas de la tusa de maíz a diferencia de la investigación mencionada que se usó la tusa de maíz molido en su estado natural.

Sin embargo, como todo trabajo o proyecto tienen sus debilidades este presenta en el color que toma el agua y esto se debe a las cenizas de la tusa de maíz el cual hace que se tienda a un color oscuro, los cuales posteriormente se debe de ver la forma de eliminarlas y volverla incolora.

A pesar que los resultados son bastantes favorables para la remoción de plomo sin embargo su realización podría ser más costosa a comparación con Balseca (2017) ya que en su investigación mencionada anteriormente el material bioadsorbente, es decir la tusa de maíz está en su estado natural reducido a partículas de 0.5 mm el cual tuvo un 91.30 % en la remoción de plomo utilizando una dosificación de 4 g/l a comparación con la ceniza de tusa de maíz quienes fueron carbonizadas a elevadas temperaturas el cual obtuvo el 92.85% de remoción con dosis de 6 gr/l.

La relevancia del Biofiltro según Cortes (2015) que solo recurrió a un prototipo rudimentario establecido y estancado como es la propuesta del biofiltro de lecho escurrido sin dimensiones, hechos de manera artesanal con materiales de 2 vasos unigel usándolo como captación y decantador al igual que un último vaso de plástico como recipiente de salida y 3 sorbetes como tuberías al igual que 2 coladores de metal a comparación de nuestro prototipo mediante el diseño por Método analítico el cual se consideró un periodo de diseño de población futura a 20 años , con el tipo de captación superficial (canal de Tierra) , obteniendo un caudal de diseño de  $Q_d=7.18$  lt/s del cual partimos el diseño hidráulico , el prototipo de biofiltro tuvo un área superficial ( $A_s=8.60$  m<sup>2</sup>) siendo esta también el área de filtración del biofiltro , del cual se concluyó un diámetro impuesto de 3.31 m en escala real y llevada al prototipo con una escala 1:10 y un largo total de 0.662 m al igual que la altura total del Biofiltro ( $H_f= 1.00$  m), cabe resaltar que adquirimos conocimientos conceptuales a partir del antecedente estudiado.

Las cenizas de tusa de maíz según los datos obtenidos tienen la capacidad como material adsorbente de remover plomo de las aguas contaminadas por este metal. En este trabajo de investigación se pudo comprobar que las cenizas de tuza de maíz demuestran una capacidad de adsorción de 35.23 mg de Pb por gramo de adsorbente (mg/g). Este resultado a comparación a los resultados obtenidos en la investigación de Oré et al (2015) difieren ya que como capacidad de adsorción obtuvo solo un 7,9 mg/g y la investigación de Tejada et al (2016) donde obtuvo 152,63 mg/g. Debido a que se usó la misma metodología empleada, este resultado puede deberse a la variación de pH en las muestras, el aumento del ion  $-OH$  generó una mejor capacidad de adsorción en el biosorbente.

Ante todo, lo mencionado anteriormente podemos determinar también que el estado del río Moche actualmente se encuentra en un estado preocupante motivo por el cual se hizo esta investigación y se realizó los diferentes ensayos para conocer y saber su situación actual. Por lo que se realizó el análisis de una muestra de agua del río antes de ser tratada mediante el sistema de biofiltración en base a ceniza de tuza de maíz en la cual arrojó resultados concernientes a la conductividad, sólidos suspendidos totales, turbiedad y PH así mismo la cantidad de concentración de plomo en sus aguas en las que se pueden notar de las tablas N° 1, 2 Y 3. Cuyas cantidades son para la conductividad 375  $\mu S/cm$ , para la turbidez es de 234.67 NTU y para los sólidos suspendidos totales es de 219.4mg/l, también podemos observar que el agua presenta un grado de acidez ya que el pH del agua se encuentra en 3.50. sin embargo, según los estándares de calidad del agua (ECA) hace mención que la medida para la conductividad no debe pasar 1500  $\mu S/cm$ , por lo que podemos decir que el agua del río Moche se encuentra en un estado moderado respecto a la conductividad mientras, lo que respecta a la turbidez el ECA muestra que el límite no debe ser mayor a 5 UNT sin embargo los resultados muestran que el río Moche se encuentra superando excesivamente los límites impuestos por el ECA. También puede resaltar el grado de acidez del río además que no se encuentra en los límites permisibles de acuerdo a los estándares de calidad del agua que son de 6.5 a 8.5 pH. Mientras que por su parte Sierra (2011) menciona en su libro calidad del agua que los límites con respecto al pH

en agua potable esta entre 6.5 y 9 y el promedio suministrado por la EPM es de 7.25. así también mencionado anteriormente que a pesar de la capacidad potencial del bioadsorbente como es el caso de las cenizas de tusa de maíz no pudo reducir hasta los límites permisibles ya que las cantidades arrojadas fueron de 0.20088 mg/l y reducidas hasta 0.02469mg/l para la dosis de 5 gr/l y de 0.20088mg/l hasta 0.01437mg/l para la dosis 6 gr/l respecto a la concentración del plomo, ya que el Estándar de Calidad del agua menciona que el límite permisible es de 0.01.

Se ha demostrado que las cenizas de tuza de maíz como bioadsorbente mediante el cual se ha elaborado un biofiltro ha tenido óptimos resultados en la remoción del plomo y además en los cambios de sus características del agua ya que con respecto a la turbidez de las muestras sacadas del río Moche pudo reducir cantidades o medidas significativas ya que antes de ser procesada mediante el tratamiento de biofiltración presentó una turbidez de 234.67 NTU por lo que después de ser sometida al tratamiento las medidas fueron de 0.70 NTU. Esto se debe que la tusa de maíz presenta un porcentaje apreciable de lignina el cual siendo considerado como residuo nos da la alternativa para emplearla en este trabajo de investigación (Montoya, et.al, 1992). Por su parte Torres (2018) emplea la tusa de maíz en su estado natural obteniendo el 50.72% y luego lo compara con el carbón activado térmicamente de la tusa de maíz que obtuvo hasta el 78.63% en la reducción del color de aguas residuales de la Hilandería Guijarro, Cantón Guano. Lo que confirma que las tusas de maíz sometidas a activaciones térmicas son eficientes para el tratamiento de la turbidez en las aguas.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene (estadístico= 2.765,  $p = 0.141$  y  $p > 0.05$ ) de las cantidades medias de plomo (gr/L) obtenidas en cada una de las muestras de agua en cada tratamiento en la que para la adición de ceniza de ceniza de tuza de maíz, el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p = 0.000$ ,  $p < 0.05$ ) podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (cantidades de plomo medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las cantidades medias de plomo en (mg/L)

logradas en las muestras de agua con un porcentaje de ceniza de tuza de maíz en 0% gr/l (patrón), 5% gr/l y 6% gr/l, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las cantidades de plomo (mg/L) en las muestras de agua concluyendo que el biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz es eficiente para la reducción de plomo en las aguas del rio Moche- Otuzco.



## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que los análisis arrojados en los ensayos realizados para determinar las características físico químicas del agua del río Moche concerniente a la conductividad, turbiedad, PH, SST fueron 375  $\mu\text{S/cm}$ , 234.67 UNT, 3.50 y 219.4 mg/l respectivamente.
2. Con respecto al diseño del Biofiltro a base de las cenizas de tusa de maíz, pudimos observar que en los ensayos realizados cuenta con un evidente aporte a la trabajabilidad y acopio de resultados.
3. Por último, se determinó la capacidad de bioadsorción utilizando 5 gr/l y 6 gr/l de cenizas de tusa de maíz que fueron de 35.23 mg/l y 31.08 mg/l respectivamente. Concluyendo que tiene una capacidad significativa utilizando dichas dosificaciones.
4. En conclusión, el porcentaje óptimo de remoción de plomo de las aguas del Río Moche- Otuzco fue del 92,85% mediante un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la recolección y solicitud de datos a la autoridad nacional del agua (ANA) el cual brindara información del monitoreo del río a estudiar.
2. Asimismo, se recomienda el acopio durante las épocas de estiaje y sequía, esto debido a que las cantidades de Plomo y demás Metales Pesados en el agua suelen ser más constantes ya que varían según las épocas.
3. Realizar la activación la ceniza de tusa de maíz a una menor temperatura de activación y desecarla hasta obtener un polvo de tusa de maíz, ya que además de remover el plomo, se observará una variación optima a nivel de la claridad del agua del Rio Moche, porque siendo ceniza de tusa de maíz no ayudo mucho en cuanto a la claridad.
4. Evaluar las propiedades de la muestra con un mayor número de ensayos de FRX para poder tener un menor margen de error en lo que refiere a la composición elemental.
5. Finalmente, para comprobar la efectividad del prototipo hidráulico del biofiltro a base de la tusa maíz se recomienda proponer la ejecución del mismo para ver la efectividad del diseño llevado a una escala real.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERMEJO, Daniel. "Remoción De Plomo Y Cadmio Presente En Aguas Residuales Mineras Mediante Biosorción En Columnas Con Bagazo De Caña Y Cáscara De Cacao". Tesis de título profesional, Universidad De Cuenca, 2016.

Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25710/1/Tesis.pdf>

CARRO DE DIEGO, Leticia. Eliminación de mercurio de efluentes acuosos con materiales de bajo coste: proceso combinado de bioadsorción-reducción. Tesis doctoral, UNIVERSIDADE DA CURUÑA, 2012 [consultado el 2 de junio de 2021].

Disponible en:

[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10146/CarrodeDiego\\_LeticiaM\\_TD\\_2012.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10146/CarrodeDiego_LeticiaM_TD_2012.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

CASTILLO, Francisco et al. Biotecnología Ambiental [en línea]. Madrid: Editorial TEBAR, S.L., 2005. ISBN: 978-84-7360-211-2.

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=19ffPAm3E3kC&printsec=frontcover&p;dq=Biotecnología+Ambiental+por+Castillo+Francisco&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Biotecnología%20Ambiental%20por%20Castillo%20Francisco&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=19ffPAm3E3kC&printsec=frontcover&p;dq=Biotecnología+Ambiental+por+Castillo+Francisco&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Biotecnología%20Ambiental%20por%20Castillo%20Francisco&f=false)

CASTRO, Pastor Bismark. Uso De La Cáscara De Banano (Musa Paradisiaca) Maduro Deshidratada (Seca) Como Proceso De Bioadsorción Para La Retención De Metales Pesados, Plomo Y Cromo En Aguas Contaminadas. Tesis de magister, Universidad de Guayaquil, 2015.

Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20obanano\\_Dr.%20Castro.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8641/1/Uso%20de%20cascara%20de%20obanano_Dr.%20Castro.pdf)

CORTES, Jennifer. Propuesta de un sistema de biofiltración de cromo hexavalente en agua, utilizando olote de maíz. Tesis de título profesional, Universidad Autónoma del Estado de México, 2015.

Disponible en:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49402/UAEM-FAPUR-TESIS-CORTES,%20JENNIFER.pdf?sequence=1>

CORZO, Ibis; VELÁSQUEZ, Maydel. El plomo y sus efectos en la salud. Acta Médica del Centro, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 141-148, sep. 2014. ISSN 2709-7927.

Disponible en:

<http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/164/222>.

DELGADILLO, Oscar. *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales* [en línea]. Cochabamba: Nelson Antequera Duran, 2010. ISBN: 978-99954-766-2-5.

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=1kO2J5aDljQC&printsec=frontcover&dq=Depuración+de+aguas+residuales+por+medio+de+humedales+artificiales.&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Depuración%20de%20aguas%20residuales%20por%20medio%20de%20humedales%20artificiales.&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=1kO2J5aDljQC&printsec=frontcover&dq=Depuración+de+aguas+residuales+por+medio+de+humedales+artificiales.&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Depuración%20de%20aguas%20residuales%20por%20medio%20de%20humedales%20artificiales.&f=false)

DIARIO EL PERUANO, aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua [en línea]. DECRETO SUPREMO N° 002 - 2008 –MINAM. de 10 de julio de 2008.

Disponible en:

[https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/ds\\_002\\_2008\\_eca\\_agua.pdf](https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/ds_002_2008_eca_agua.pdf)

ESPINOZA, Almache Cesar y Torres, R. “Determinación De Las Características Energéticas De La Tusa De Maíz Con Variación Del Contenido De Humedad, Densidad Y Relación Aire combustible”. Tesis grado de maestría, Universidad De Las Fuerzas Armadas, 2015.

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10698/T-ESPE-049672.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FADZIL, Faisal (et al). Adsorption of lead(II) onto organic acid modified rubber leaf powder: Batch and column studies. *Process Safety And Environmental Protection* [en línea]. 2016, Vol. 100, 1–8.

Disponible en: doi:10.1016/j.psep.2015.12.001

FONSECA, Rafael; GIRALDO Liliana y PIRAJAN, Juan. Adsorción de Cr(III) desde solución acuosa sobre carbones activados obtenidos de residuos de Zea mays. *Afinidad: Revista de química teórica y aplicada* [en línea]. 2014, Vol. 72(Nº. 569, 2015), 31–36. ISSN 0001-9704.

Disponible en: <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/291704/380202>

GARCIA, J. & Corzo, A. (2009)., construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial. Catalunya. Guía práctica de diseño

Disponible en:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2474/JGarcia\\_and\\_ACorzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2474/JGarcia_and_ACorzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

GOMEZ, Viviana., et al. LIGNINA COMO ADSORBENTE DE METALES PESADOS. *Revista Investigaciones Aplicadas* [en línea]. 2013, 7(2), 74–85.

Disponible en:

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6881/LIGNINA%20COMO%20ADSORBENTE%20DE%20METALES%20PESADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUZMAN, Gustavo. "Remoción De Molibdeno Del Agua Del Río Challhuahuacho De Cotabambas-Apurimac Con Carbón Activado De Tusa De Maíz (Zea Mays). Tesis (Doctoris Scientiae En Ciencia Tecnología Y Medio Ambiente), Universidad Nacional Del Altiplano, 2018.

Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8532/Gustavo\\_Janqui\\_Guzman.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8532/Gustavo_Janqui_Guzman.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

JARA, Calvo Wladimir. Manejo del Maíz Amiláceo INIA 618 - Blanco Quispicanchi. 2012. Disponible en: <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/113>

JAUREGUI, Juan & CHAVEZ, Angelica. Glosario de Biotecnología [en línea]. México, 2006. ISBN: 970-728-049-2 [consultado el 1 de mayo de 2021].

Disponible en:

[https://books.google.cl/books?id=iFCVkjTiRqwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cl/books?id=iFCVkjTiRqwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Liu, Y.-g., & Wang, J. Fundamentals and Applications of Biosorption Isotherms, Kinetics and Thermodynamics. Nova Science Pub Inc, 2009. ISBN: 978-1607411697

KRZESLOWSKAA, Magdalena ("et al"). Pectinous Cell Wall Thickenings Formation – A Common Defense Strategy Of Plants To Cope With Pb. Environmental Pollution [en línea]. 2016, Vol. 214, 354–361. 0269-7491. Disponible en: doi: 10.1016/j.envpol.2016.04.019.

LAVADO MEZA, Carmencita y ORE JIMENEZ, Franklin. Estudio de la biosorción de plomo divalente de soluciones acuosas usando biomasa modificada de marlo de maíz (Zea mays). Rev. Soc. Quím. Perú [online]. 2016, vol.82, n.4 [citado 2021-07-15], pp.403-414.

Disponible en: <[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2016000400003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000400003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1810-634X.

LONDOÑO, Franco; MUÑOZ, Paula y GARCÍA, Fabián. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA* [en línea]. 2016, Vol. 14(2), 145–153. 1692-3561. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117865>

MINAM, (ministerio nacional del ambiente). Límites Máximos Permisibles Para Los Efluentes De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas O Municipales. (2010). Perú. [minam.gob.pe](http://minam.gob.pe) [en línea]. 2010.

Disponible en:

[https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/saneamiento/DS\\_3\\_2010\\_MINAM.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/DS_3_2010_MINAM.pdf)

MARTIN, Ángeles. Caracterización y aplicación de biomasa residual a la eliminación de metales pesados. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 2008 [consultado el 28 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1906/17514629.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM. APRENDE A PREVENIR LOS EFECTOS DEL MERCURIO MÓDULO 3: AGUA Y ALIMENTO [en línea]. Lima: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú, diciembre de 2016. 2016-13439.

Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-Módulo-3.pdf>

MONTOYA, Manuel et al. Obtención de lignina y celulosa de residuos de maíz. *Revista Dialnet*. [en línea]. 1992, 9(1), 45–250. ISSN-e: 2215-3470 [consultado el 26 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5381411>

MUÑIZ, Jesús. Eficiencia del biosorbente de coronta de maíz para la adsorción del Cromo Hexavalente en aguas residuales de la industria Curtiembre Huachipa - 2016. Tesis de título profesional, Universidad Cesar Vallejo, 2016.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/4668>

NAVARRO, P., & VARGAS, C. Efecto de las propiedades físicas del carbón activado en la adsorción de oro desde medio cianuro. *REVISTA DE METALURGIA* [en línea]. 2010, 46(3), 227–239. ISSN: 0034-8570 [consultado el 26 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/826/838>

ONU, (organización mundial de la salud). Intoxicación Por Plomo Y Salud. <https://www.who.int/es> [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

PEÑA, Miguel; VAN, Meike, & MADERA, Carlos. Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. *Ingeniería y Competitividad* [en línea]. 2003, 5(1), 2 [consultado el 6 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/1548/Rev.Ing.%20y%20Competitividad%20Vol%205,%20No%201,P.27-35,2003.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

PINZON, Martha & VERA, Luz. MODELAMIENTO DE LA CINÉTICA DE BIOADSORCIÓN DE Cr (III) USANDO CÁSCARA DE NARANJA. *REVISTA DYNA* [en línea]. 2009, 76(160), 95–106. ISSN: 0012-7353.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49612068033.pdf>



RAYZE, Ofer et al. Mechanisms of biosorption of different heavy metals by brown marine macroalgae. *Biotechnol Bioeng* [en línea]. 2004, 87(4), 451–458.

Disponible en:

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.977.2704&rep=rep1&type=pdf>

RENTERIA, Villalobos M. Remoción de plomo en solución acuosa por la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*). *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* [en línea]. 2014, (62), 5–10. 1665-4412.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5490232>

ROMERO, Karla. CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS. *Rev Cient Cienc Méd* [online]. 2009, vol.12, n.1 [citado 2021-07-16], pp. 45-46. Disponible en: <[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-74332009000100013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-74332009000100013&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2220-2234.

SANCHEZ, Guillen. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria* [en línea]. 20-26, 2014, 5(4)

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v5n4/a05v5n4.pdf>

SANCHEZ, Joyce. Biosorción de plomo y cadmio con la tusa de maíz (*zea mays*. l.), en las aguas del río Rímac- zona de corcona, Huarochirí. Tesis de grado profesional, Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28170>

SALA, Luis ("et al"). Biosorción Para La Eliminación De Metales Pesados En Aguas De Desecho. *Anales De La Real Sociedad Española De Química* [en línea]. 2010, (2), 114–120. 1575-3417.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3235861>

SIERRA, Carlos. Calidad del Agua, evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U 2011  
ISBN: 978-958-8692-06-7

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=2fAYEAAAQBAJ&pg=PA115&dq=estandares+de+calidad+en+el+agua&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjt4pLXm-TxAhUoLLkGHTZIABEQ6AEwCXoECAYQAg#v=onepage&q=estandares%20de%20calidad%20en%20el%20agua&f=false>

TEJADA, Candelaria et al. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. REVISTA TECNOLOGICAS. 2015, 18(34), 109–123. ISSN 0123-7799

TEJADA, Candelaria et al. Remoción de plomo por biomasas residuales de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y zuro de maíz (*Zea mays*). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica en línea]. 2016, 19(1), 169-178, junio, 2016 [consultado el 6 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/126/92>.

VASQUEZ, Euler. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CUMBE EMPLEANDO FILTRO FRANCES Y CARBÓN ACTIVADO. (Título de ingeniero de Ingeniero Civil), Universidad privada del norte, 2018.

VERA, V., L (1995) *Manejo y conducción del cultivo de Maíz*, Colombia.

Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1961/F01-C794-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VERA, Luisa (et al). Desarrollo De Materiales Sorbentes Para La Eliminación De Metales Pesados De Las Aguas Residuales Mineras. Revista de química teórica y aplicada [en línea]. 2016, Vol. 73(574), 135–139. 0001-9704.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5774162>

VOLESKY, Bohumil. Biosorption process simulation tools. Revista Science Direct [en línea]. Octubre 2003, 71(1-2), 179–190.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304386X03001555>

Wendling, Z.A., Emerson, J.W., Esty, D.C., Levy, M.A., De Sherbinin, A. et al. (2018). Índice de desempeño ambiental 2018. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy.

Disponible en: [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_002-2008-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_002-2008-minam.pdf)

ZAPIÉN, Leonor. Biosorción de Cr (VI) en solución acuosa utilizando cascara de membrillo, en un sistema por lotes. Tesis de magister, Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo, 2013.

Disponible en: <https://www.posgrado-mcia.umich.mx/tesis/2013/2013-0194.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**  
**MATRIZ DE CONCISTENCIA**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cuál es el efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa de maíz en dosis de 5 y 6 gr/l, para la remoción de plomo de las aguas del Río Moche - Otuzco?</p>	<p>Determinar el efecto del uso de un biofiltro en base a cenizas de tusa maíz en dosis de 5 y 6 gr/l para la remoción de plomo de las aguas del Río Moche – Otuzco</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características físico-química del agua del Río Moche-Otuzco.</li> <li>• Diseñar un biofiltro a base de cenizas de tuza de maíz.</li> <li>• Determinar la magnitud de remoción de Plomo y realizar el Análisis Físico Químico de las muestras después del tratamiento.</li> </ul>	<p>Biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz</p> <p>Remoción de plomo de la aguas del río Moche-Otuzco</p>	<p><b>Tipo explicativo</b> porque evaluamos y analizamos las características del agua del Río Moche – Otuzco.</p> <p><b>El diseño experimental</b> pues la variable el biofiltro con ceniza de tusa de maíz es el material adsorbente utilizado para la captura de iones metálicos con la superficie de sitios activos que presenta este biosorbente y se observará el impacto que tiene sobre la variable remoción de plomo mediante un estudio experimental.</p>	<p><b>Población</b> La población es indeterminada es decir el agua del rio Moche evaluada en diferentes intervalos de tiempo.</p> <p><b>Muestra</b> Se tomará una muestra de 30 litros de agua, para el análisis de las concentraciones del Pb presente en las aguas del río Moche – Otuzco, donde serán utilizados en el desarrollo experimental de la investigación.</p>

**ANEXO N° 02**  
**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  Biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz	Equipo elaborado a base de la parte fibrosa del maíz después de ser desgranada y modificadas a altas temperaturas, que son desechados por agro-industrias. Tienen propiedades capaces de retener iones metálicos mediante procesos de tratamiento (VERA, 2016)	Remover una cantidad significativa de plomo de las aguas del río Moche-Otuzco mediante la elaboración de un prototipo de biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz y determinar a través del análisis fisicoquímico las características del agua.	Dosis de material adsorbente	Tamaño de la Partícula	razón
				La ceniza de tusa de maíz	
			Eficacia del material adsorbente	Porcentaje de Remoción	
				Capacidad de adsorción	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  Remoción de plomo  En aguas del río Moche - Otuzco	La remoción de Plomo es un término que describe la cantidad en (%) de metales pesados eliminados por un material adsorbente (TEJADA, 2016)	Las características del agua fueron medidas en base a los parámetros físicos como son color, conductividad, el pH, los sólidos suspendidos totales así también se midió la concentración inicial del contaminante como el plomo, y también la concentración final de este.	Características fisicoquímicas del agua contaminada	pH	razón
				Conductividad	
				Turbiedad	
				S.S.T.	
			Capacidad de remoción	Concentración Inicial y final de Pb	
				Porcentaje de remoción	



**ANEXO N° 03**  
**INFORME DE RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES**



**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° 20201104-005**

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR	: HEINER ALVARO CASTRO MORILLOS.
DIRECCION	: Jr. Moquegua Mz. Ñ Lote 18 AA.HH. 10 de Setiembre Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frascos de plástico con tapa.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020-11-04
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2020-11-04
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2020-11-13
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico e Instrumental.
CÓDIGO COLECBI	: <b>SS 201104-54</b>

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO MOCHE – OTUZCO Este X 767500 Norte Y 9123011
(**) pH	3,15

(\*\*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I/ SMEWW-APHA-AWWA-WEF ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHE – OTUZCO Este X 767500 Norte Y 9123011
Plata (Ag)	0,002	0,093
Aluminio (Al)	0,02	>25
Arsenico (As)	0,005	>25
Boro (B)	0,003	>20
Bario (Ba)	0,003	0,480
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	124,40
Cadmio (Cd)	0,0001	<0,0001
Cerio (Ce)	0,009	0,453
Cobalto (Co)	0,0006	0,0729
Cromo (Cr)	0,0003	0,0313
Cobre (Cu)	0,002	8,017
Hierro (Fe)	0,002	>500
Mercurio (Hg)	0,001	0,003
Potasio (K)	0,1	15,7
Litio (Li)	0,003	0,122
Magnesio (Mg)	0,02	40,57
Manganeso (Mn)	0,0003	12,4100

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-005**

Pág. 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHE – OTUZCO Este X 767500 Norte Y 9123011
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	30,54
Niquel (Ni)	0,0006	0,0132
Fósforo (P)	0,01	>25
Plomo (Pb)	0,002	3,252
Antimonio (Sb)	0,003	0,253
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0,01	>100
Estaño (Sn)	0,003	0,048
Estroncio (Sr)	0,0003	0,8715
Titanio (Ti)	0,0007	0,6860
Talio (Tl)	0,002	0,015
Vanadio (V)	0,001	0,403
Zinc (Zn)	0,002	11,670

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

**pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric 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) Muestras tomadas 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 reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 16 del 2020.  
GVR/jms

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

**A. Gustavo Vargas Ramos**  
Gerente de Laboratorio  
BIOLOGO MICROBIOLOGO  
L. 87 16  
**COLECBI S.A.C.**

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 - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

**ANEXO N° 04**  
**ANÁLISIS TERMICO DIFERENCIAL DE LA TUSA DE MAIZ**



Trujillo, 09 de diciembre del 2020

**INFORME N° 09 - DIC 20**

**Solicitante:** Castro Morillos Heiner Alvaro - Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 46021233

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Tusa de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	TM-25M	32.5 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 32.5 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

Ing. Danny Chávez Novoa

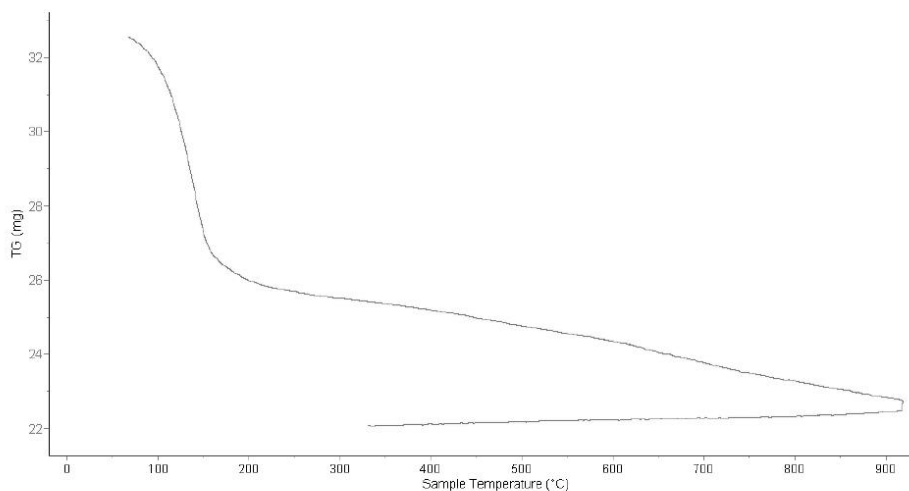


Trujillo, 09 de diciembre del 2020

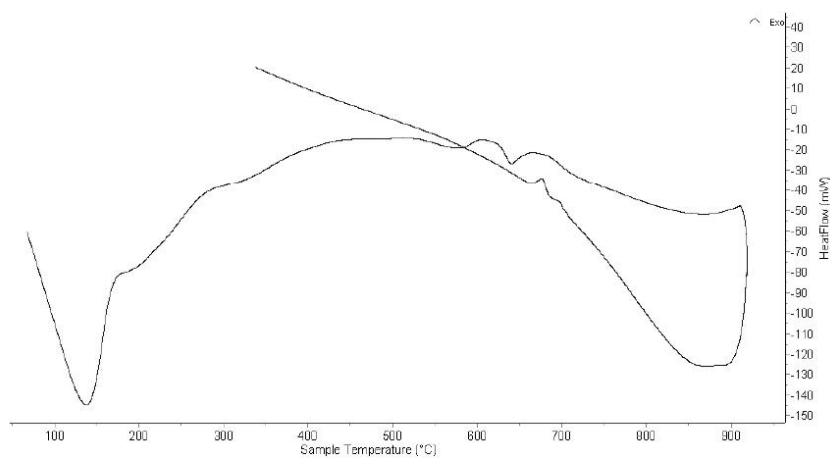
**INFORME N° 09 - DIC 20**

**4. Resultados:**

**I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.**



**II- Curva Calorimétrica ATD**





Trujillo, 09 de diciembre del 2020

**INFORME N° 09 - DIC 20**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termogravimétrico se muestra importantes pérdida de masa del material entre 70 y 140°C, posteriormente la pérdida se efectúa lentamente y progresiva conforme sube la temperatura. El material llega a perder aproximadamente 30% de masa respecto al inicial, cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 140°C, además algunas de menor intensidad a 570 y 640°C, estas temperaturas podría indicar alteraciones en la estructura y las propiedades del material.

Trujillo, 09 de diciembre del 2020



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa

Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

**ANEXO N° 05**  
**ANÁLISIS DE CALCINACIÓN DE LA TUSA DE MAIZ**





**ANALISIS DE LABORATORIO**

SOLICITADO POR : HEINER ALVARO CASTRO MORILLOS  
ASUNTO : Calcinación de Muestras  
FECHA DE RECEPCION : 11/01/2021  
FECHA DE ENTREGA : 12/01/2021

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Tusa de maíz	Calcinación	640	90 min	529.0	349.10

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos - Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Selvar Jara**  
JEFE

Chimbote, 12 de enero de 2021

**ANEXO N° 06**  
**ANÁLISIS DE LAS CENIZAS DE TUSA DE MAIZ POR FRXDE**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°057-LAQ/2019**

**Análisis de coronta de maíz calcinada por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de coronta de maíz calcinada a pedido del Sr. **Castro Morales, Heiner Álvaro**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Remoción de Plomo de las Aguas del Río Moche Utilizando Biomásas de Corontas de Maíz.”**

La muestra fue calcinada a 640°C por 90 minutos y está en la forma de polvó fino de color plomo.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, irradiando la superficie plana de uno de los trozos, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4820 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

---

de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada “Suelo de San Joaquín” adquirida de la NIST.

#### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de coronta de maíz calcinada. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Mg y/o Na que esta técnica no detecta y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%, Para



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de coronta de maíz calcinada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.962	6.667
SiO <sub>2</sub>	26.705	34.541
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.193	8.322
SO <sub>2</sub>	0.803	1.080
ClO <sub>2</sub>	4.537	6.097
K <sub>2</sub> O	27.809	37.369
CaO	1.138	1.529
TiO <sub>2</sub>	0.058	0.078
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.011	0.015
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.007
MnO	0.049	0.065
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.625	3.527
CuO	0.020	0.026
ZnO	0.343	0.460
RbO	0.040	0.054
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.007
SrO	0.020	0.027
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
BaO	0.091	0.123
Total	74.418	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

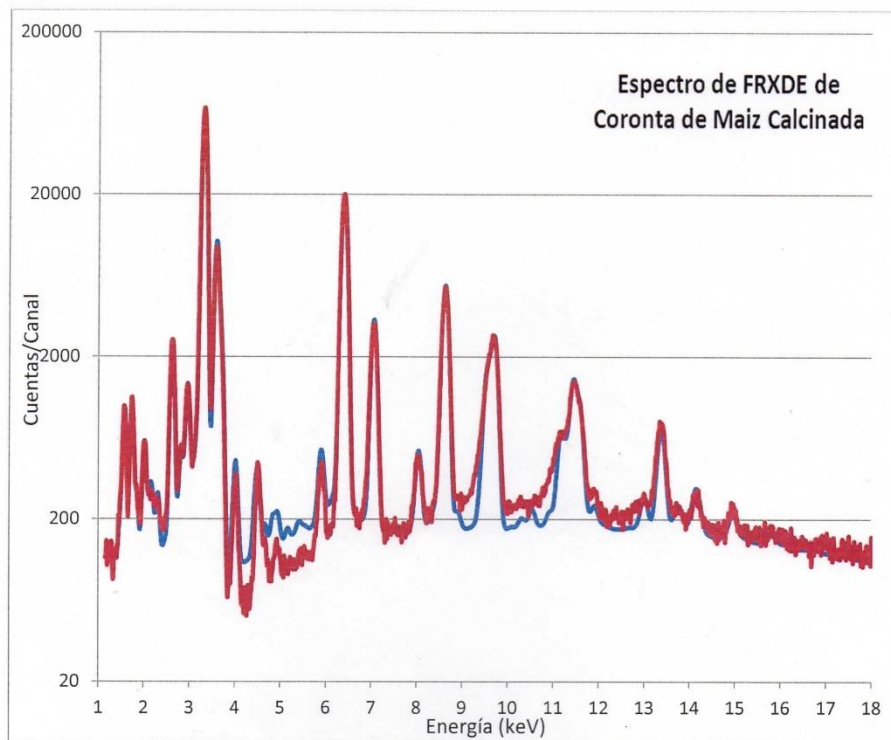


Figura 1. Espectro de FRXDE de coronta de maíz calcinada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 13 de junio del 2019

**ANEXO N° 07**  
**DISEÑO HIDRÁULICO DEL BIOFILTRO**

## MEMORIA DE CALCULO DE AGUA POTABLE

**NOMBRE DEL PROYECTO :** Remoción de plomo de las aguas del rio Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021

**FECHA:** JUNIO DEL 2021

**UBICACIÓN:**  
 DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD  
 PROVINCIA: OTUZCO  
 DISTRITO: OTUZCO  
 CENTRO POBLADO : SHOREY CHICO

### POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA

**1.1 POBLACION FUTURA :**

A.- PERIODO DE DISEÑO:  
 PERIODO DE DISEÑO (t) EN AÑOS: 20 AÑOS

B.- METODOS DE CALCULO:

a.-Metodo Analítico
b.-Metodo Comparativo
c.- Metodo Racional

Datos:  
 Numero de Viviendas : 45 Viviendas  
 Periodo de Diseño: 20 años  
 Numero de habitantes Promedio/Vivienda: 5 (Promedio según encuesta)

Poblacion Actual (Pa) = Numero de viviendas X Numero de Habitantes promedio por Viviendas

Pa= 225 habitantes

\* 2do Caso

(Cuando no existe informacion consistente , se considera el valor de "r" en base a los coeficientes de Crecimiento lineal por Departamento, que se presenta en el siguiente Cuadro 2.1)

CUADRO 2.1	
Coeficiente de crecimiento lineal por departamento ( r )	
DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HABITANTES ( r )
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	10
Ancash	20
Huánuco	25
Junín	20
Pasco	25
Lima	25
Ica	32
Cusco	15
Apurímac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martín	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud



Por lo tanto la poblacion futura para un periodo de diseño es de :

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Pf = Población futura  
 Pa = Población actual  
 r = Coeficiente de crecimiento anual por cien hab.  
 t = Tiempo en años (periodo de diseño)

POB. ACTUAL (2021):	225	hab.
---------------------	-----	------

COEFICIENTE DE CRECIMIENTO:	10
-----------------------------	----

PERIODO DE DISEÑO:	20	años
--------------------	----	------

r = 10 por cada 1000 habitantes (10 0/000)

\* POBLACIÓN FUTURA :

$$Pf(2041) = Pa(2021) * (1 + (r * t / 1000))$$

Pf = 264

Se diseña con la poblacion futura debido al periodo de vida util del Biofiltro

DOTACION POR NUMERO DE HABITANTES	
POBLACION (HABITANTES)	DOTACION (lts/hab/día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

DOTACION POR REGION	
REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

NOTA :

Para programas de vivienda con lotes de area menor o igual a 90 m2 , la dotaciones seran de 120 lts/hab/d en el clima frio y de 150 lts/hab/d en el clima templado y calido. (NORMA OS.100-RNE)

Para el Proyecto se ha considerado una Dotacion Diaria por Habitante de = 120 lt/hab/día

VARIACIONES PERIODICAS :

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

$$\text{Formula: } Qm = \frac{Pf * \text{dotacion}(d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Qm = Consumo Promedio Diario (l/s)  
 Pf= Poblacion Futura (Hab) = 264 habitantes  
 D= Dotacion (lt/Hab/día) = 120 lt/hab/día

$$Q_m = \frac{P_f \cdot \text{dotacion}(d)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = 0.367 \text{ lt/s}$$

**CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)**

$$Q_{md} = 1.3 \cdot Q_m$$

$$Q_{md} = 0.477 \text{ lt/s}$$

**CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)**

$$Q_{mh} = 2.5 \cdot Q_m$$

$$Q_{mh} = 0.917 \text{ lt/s}$$

**CALCULO DE CAUDAL PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA EXISTENTE**

**CONSUMO DOMESTICO:**

$$\text{Consumo domestico (Cd)} = 0.477 \text{ lt/s}$$

**CONSUMO EN EDUCACIÓN :**

Dotación : 50  
 Área : 50

$$\text{Consumo en educación (Ce)} = 0.029 \text{ lt/s}$$

**CAUDAL DE DISEÑO**

$$Q_d = C_d + C_e = 0.506 \text{ lt/s}$$

Caudal que necesita la población para que se abastezca de agua

**CALCULO DE CAUDAL DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN**

**FORMULA DE MANNING**

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V= Velocidad (m/s)
- R= Radio Hidraulico (m)
- S= Pendiente
- n= Coeficiente de Manning
- Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)
- A= Area (m<sup>2</sup>)

Tirante del Canal:	0.30 m
Base del Canal:	0.40m
Talud (Z):	0.000
Pendiente:	0.001
Coefficiente de Manning:	0.027

$$\text{Caudal : } 34.19 \text{ l/s}$$

Area Hidraulica:	0.12 m <sup>2</sup>
Perimetro Mojado:	1.00 m
Radio Hidraulico:	0.12 m
Velocidad:	0.28 m/s
Caudal:	0.03 m <sup>3</sup> /s

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE ING. CIVIL: "Remoción de plomo de las aguas del rio Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021"

VALORES DEL COEFICIENTE  $n$  DE KUTTER QUE GENERALMENTE SE USAN EN LOS DISEÑOS.

SUPERFICIE	$n$
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera capilada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frochado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gruta (sección bien terminada)	0,019
Gruta (sección anidada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gruesa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Meta, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero ribeteado	0,016
Hierro fundido	0,013 - 0,014
Cemento	0,011 - 0,013
Vidrio	0,010

NOTA:

Este Caudal Mínimo es Calculado desde la Fuente:

$$Q = 34.19 \text{ l/s} \quad (\text{Caudal Mínimo})$$

$$Q_{\min} = 34.19 \text{ lt/s} > Q_{\text{md}} = 0.488 \text{ lt/s} \quad \text{OK}$$

## 2.- CAPTACION :

### 2.1 TIPO DE CAPTACION

A.- CAPTACION SUPERFICIAL (CANAL DE TIERRA)

### 2.2 DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPTACION :

(Para el dimensionamiento de la Captacion es necesario conocer el Caudal (Q) Máximo de la Fuente), dicho canal es utilizado para el consumo humano y la zona agricola , es por ello que se utilizara el 15 % del caudal del canal)

DATOS :

Caudal Máximo =	7.18	LT/S	OK
Caudal Mínimo =	5.13	LT/S	
Gasto Máximo Diario=	0.52	LT/S	

**DISEÑO HIDRAULICO DEL BIOFILTRO**

**Caudal de Diseño de la**

**Población :**  $Q_d =$  7.18 l/s ( según hojas de cálculo de sistema existente)

**EN EL PRESENTE PROYECTO SE HA DECIDIDO:**

DISEÑAR UN FILTRO DINÁMICO, EL CUAL TRABAJARÁ CON EL 70% DEL CAUDAL DE LA DEMANDA DE LA POBLACIÓN

**PARÁMETROS DE DISEÑO**

	Caudal de diseño (Qd)	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.180</span>	l/s
	Caudal por filtrar:	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">70%</span>	
		=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5.026</span>	l/s
		=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.005026</span>	m3/seg
	Velocidad de filtración (Vf)	=	0.50 - 3.00	m-h
	Velocidad adoptada	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.100</span>	m/h
		=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.000583</span>	m/seg

**CALCULO DEL AREA SUPERFICIAL**

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f}$$

**Donde :**

$Q_f =$	Caudal a filtrarse		(m3/seg)	
$V_f =$	Velocidad de filtración		(m/seg)	
	$A_s$	=	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8.60</span>	m2

**CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFILTRO**

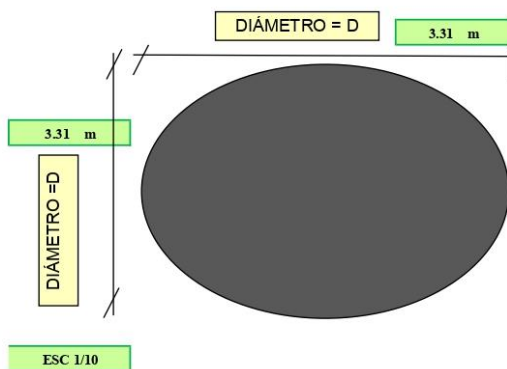
Diámetro (impuesto)  $d$  = 3.31 m

**MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO DINÁMICO:**

DIÁMETRO DEL FILTRO :  $D$  = 3.31 m

Area de Filtración  $\pi D^2/4$  = 8.60 m2

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE ING. CIVIL: "Remoción de plomo de las aguas del rio Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021"



### COMPROBACION DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVADO

$$b = 3.40 \cdot \frac{QL}{V_s^3}$$

$$V_s = \sqrt[3]{\frac{3.40 \cdot QL}{b}}$$

Donde :

b = Ancho del biofiltro = 3.31 m  
 Q = Caudal disponible para el lavado superficial  
 Vs = Velocidad superficial de lavado = 0.15 - 0.30 m/s

NOTA :

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso al biofiltro = 5.026 l/seg

Vs = 0.17 m/s

NORMA ----->>>

DENTRO DE NORMA  
 ENTRE 0.15 - 0.30 m/seg.  
 ES ACEPTABLE

### LONGITUD DE ENTRADA Y SALIDA DEL BIOFILTRO

NOTA :

El valor de la cámara de entrada y salida debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro.

Cámara de entrada y salida: 20%

LARGO DE CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA LT = 0.662 m

Adoptamos : 0.20 m

Considerando las cámaras de entrada y salida de sección cuadrada, tenemos :

Bach. Prieto Marrero Ricardo  
 Bach. Castro Morillos Heiner

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE ING. CIVIL: "Remoción de plomo de las aguas del rio Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021"

LARGO DE LA CÁMARA DE ENTRADA =	L (caja)	=	0.20	m
LARGODE LA CÁMARA DE SALIDA =	B (caja)	=	0.20	m

**CALCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO**

<b>Hf =</b>	$Hls + Hle + Hal + Hbl$
-------------	-------------------------

Donde :

<b>Hf =</b>	Altura total del Biofiltro	(m)	
<b>Hls =</b>	altura del lecho de soporte (sedimentos)	0.20	m
<b>Hal =</b>	altura del agua	0.60	m
<b>Hbl =</b>	altura del borde libre	0.20	m

<b>Hf =</b>	$Hls + Hle + Hal + Hbl$
<b>Hf =</b>	$0.20\text{ m} + 0.60\text{ m} + 0.20\text{ m}$

<b>Hf =</b>	1.00	m
-------------	------	---

**MANTENIMIENTO DEL BIOFILTRO :**

El mantenimiento del biofiltro deberá realizarse cada 4 o 6 meses, debido a que como el C.P. Shorey chico no cuenta con un desarenador ni con una poza sedimentadora, muchas veces el agua de la captación arrastra partículas de lodo y arena los cuales pueden bloquear el orificio del grifo por el cual filtra el agua, disminuyendo su funcionalidad.

**ANEXO N° 08**  
**INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO**



INFORME DE ENSAYO

IE0521012

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Responsable Recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Responsable muestreo	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS (CLIENTE)
Solicitante:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Número de OT:	OT0421012	Plan / Método muestreo	IT730.03 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
Dirección:	SAN PEDRO MZ 41 LT 08	Fecha Muestreo	04/06/2021	Condición ambiental Ensayo:	Humed. relat(%)= 51 Temperatura (°C)= 26.2
Ciudad:	CHIMBOTE	Fecha recepción:	06/06/2021	Descripción del estado de la muestra a la recepción	
Email:	ricardoprieto22@hotmail.com	Fecha Inicio Análisis:	06/06/2021		
Teléfono:	947158284	Fecha Final Análisis	25/06/2021		
		Fecha Emisión Informe	26/06/2021	TODOS LOS FRASCOS REFRIGERADOS A UNA T° DE 5.9°C.	

Sitio de muestreo: 100 mts. Puente Moche Bajo OTUZZO – TRUJILLO – LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	ECPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 6 gr. CCS
Código Laboratorio	0421012.001	0421012.002	0121003.003
Tipo matriz	Agua Superficial	Agua de proceso	Agua de proceso
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	08:30	08:30	08:30
Temperatura Ambiental (°C)	-	-	-
Temperatura Agua (°C)	-	-	-

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	2510B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	µS/cm	1	368	704	665
TURBIEDAD	2130B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	NTU	0.01	235	18.1	0.52
pH	Method. 4500-H <sub>+</sub> .APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	unidad de pH	-	3.51	9.30	9.19
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	3.8	218.5	23.3	22.5
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017	mg As/L	0.00060	0.20075	0.02504	0.01396

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- El laboratorio tiene calculada la incertidumbre de sus resultados y están a disposición del cliente que lo solicite.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

FERNANDO ARAUJO JIMENEZ  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC - SEDALIB S.A.





INFORME DE ENSAYO

IE0521010

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Responsable Recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Responsable muestreo	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS (CLIENTE)
Solicitante:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Número de OT:	OT0421010	Plan / Método muestreo	IT730.03 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
Dirección:	SAN PEDRO MZ 41 LT 08	Fecha Muestreo	04/06/2021	Condición ambiental Ensayo:	Humed. relat(%)= 51 Temperatura (°C)= 26.2
Ciudad:	CHIMBOTE	Fecha recepción:	06/06/2021	Descripción del estado de la muestra a la recepción	
Email:	ricardoprieto22@hotmail.com	Fecha Inicio Análisis:	06/06/2021		
Teléfono:	947158284	Fecha Final Análisis	25/06/2021		
		Fecha Emisión Informe	26/06/2021	TODOS LOS FRASCOS REFRIGERADOS A UNA T° DE 5.9°C.	

Sitio de muestreo: 100 mts. Puente Moche Bajo OTUZZO – TRUJILLO – LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	EXPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 6 gr. CCS
Código Laboratorio	0421012.001	0421012.002	0121003.003
Tipo matriz	Agua Superficial	Agua de proceso	Agua de proceso
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	08:40	08:40	08:40
Temperatura Ambiental (°C)	-	-	-
Temperatura Agua (°C)	-	-	-

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	2510B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	µS/cm	1	370	707	660
TURBIEDAD	2130B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	NTU	0.01	225	18.5	0.85
pH	Method. 4500-H+.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	unidad de pH	-	3.41	9.32	9.01
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	3.8	218.2	25.6	20.8
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017	mg As/L	0.00060	0.20005	0.02001	0.01352

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- El laboratorio tiene calculada la incertidumbre de sus resultados y están a disposición del cliente que lo solicite.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

FERNANDO ARAUJO JIMENEZ  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC. SEDALIB S.A.



INFORME DE ENSAYO

IE0521015

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Responsable Recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Responsable muestreo	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS (CLIENTE)
Solicitante:	RICARDO PRIETO MARRERO ALVARO CASTRO MORILLOS	Número de OT:	OT0421014	Plan / Método muestreo	IT730.03 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
Dirección:	SAN PEDRO MZ 41 LT 08	Fecha Muestreo	04/06/2021	Condición ambiental Ensayo:	Humed. relat(%)= 51 Temperatura (°C)= 26.2
Ciudad:	CHIMBOTE	Fecha recepción:	06/06/2021	Descripción del estado de la muestra a la recepción	
Email:	ricardoprieto22@hotmail.com	Fecha Inicio Análisis:	06/06/2021		
Teléfono:	947158284	Fecha Final Análisis	25/06/2021		
		Fecha Emisión Informe	26/06/2021	TODOS LOS FRASCOS REFRIGERADOS A UNA T° DE 5.9°C.	

Sitio de muestreo: 100 mts. Puente Moche Bajo OTUZZO – TRUJILLO – LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	EXPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 6 gr. CCS
Código Laboratorio	0421012.001	0421012.002	0121003.003
Tipo matriz	Agua Superficial	Agua de proceso	Agua de proceso
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	09:10	09:10	09:10
Temperatura Ambiental (°C)	-	-	-
Temperatura Agua (°C)	-	-	-

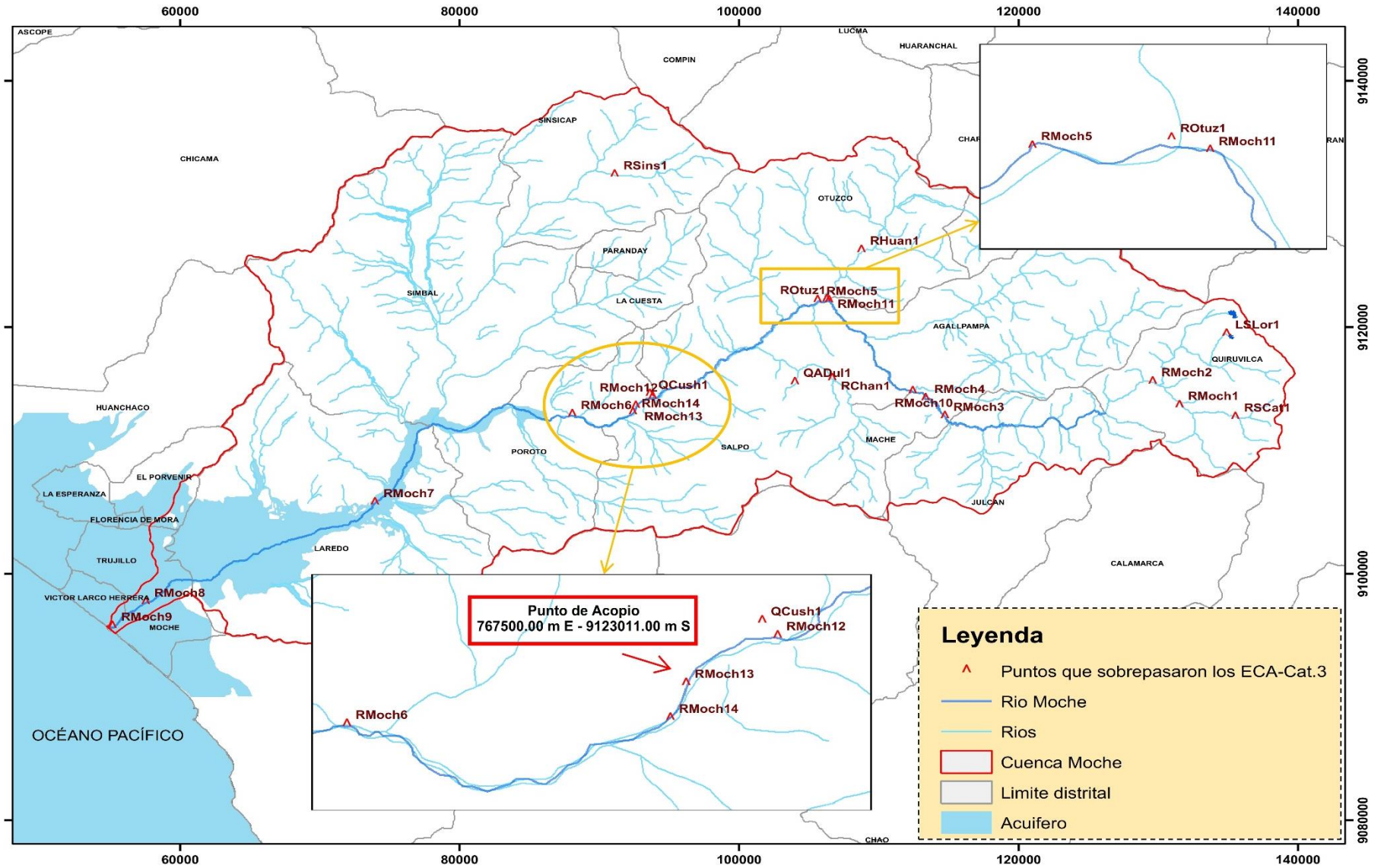
  

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	2510B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	µS/cm	1	387	801	705
TURBIEDAD	2130B.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	NTU	0.01	238	19.2	0.72
pH	Method. 4500-H+.APHA-AWWA-WEF. 23rd Edition.2017	unidad de pH	-	3.53	9.51	9.69
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L	3.8	221.5	35.9	25.5
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017	mg As/L	0.00060	0.20185	0.02903	0.01562

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- El laboratorio tiene calculada la incertidumbre de sus resultados y están a disposición del cliente que lo solicite.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Firma: Fernando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC. SEDALIB S.A.

**ANEXO N° 09**  
**PLANO DE UBICACIÓN DE PUNTO DE ACOPIO**  
**(PLANO DE UBICACIÓN)**



**ANEXO N° 10**  
**VOCACIÓN DE INSTRUMENTOS**

## OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACION

**Estimado validador:** Ing. Atilio Rubén López Carranza

Me es muy grato dirigirme a usted, a fin de solicitarle su formidable colaboración como experto para validar la presente ficha, el cual será aplicado a la contribución de métodos económicos para la remoción de metales pesados, para posteriormente determinar sus características físico-químicas del biosorbente y su respectiva evaluación, por cuanto considero sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información en campo para la investigación, que se realizó en los actuales momentos, titulado:

**“Remoción de plomo de las aguas del río Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021”**

Esto con el objeto de presentarlo como requisito para obtener:

**EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Asimismo, el instrumento para recojo de información tiene por título:

**“INFORME DE ENSAYO - COLECBI”**

**“INFORME DE ENSAYO - SEDALIB”**

Para validar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente de acuerdo al criterio personal y profesional para con el autor que le corresponda el instrumento. Por otra parte, se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-009**

Pág 1 de 2

SOLICITADO POR  
DIRECCION  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE  
PRODUCTO DECLARADO  
LUGAR DE MUESTREO  
METODO DE MUESTREO  
PLAN DE MUESTREO  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO  
FECHA DE MUESTREO  
CANTIDAD DE MUESTRA  
PRESENTACION DE LA MUESTRA  
CONDICION DE LA MUESTRA  
FECHA DE RECEPCION  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO  
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS  
CODIGO COLECBI

### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO MOCHES
	Este X 767531 Norte Y 9123010
(*) pH	

(\*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I; SMEWW-APHA-AWWA-WEF

#### ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHES Este X 767531 Norte Y 9123010
Plata (Ag)	0,002	
Aluminio (Al)	0,02	
Arsénico (As)	0,005	
Bario (Ba)	0,003	
Bario (Ba)	0,003	
Berilio (Be)	0,0007	
Calcio (Ca)	0,02	
Cadmio (Cd)	0,0001	
Cerio (Ce)	0,009	
Cobalto (Co)	0,0006	
Cromo (Cr)	0,0003	
Cobre (Cu)	0,002	
Hierro (Fe)	0,002	
Mercurio (Hg)	0,001	
Potasio (K)	0,1	
Litio (Li)	0,003	
Magnesio (Mg)	0,02	
Manganeso (Mn)	0,0003	

### COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - Elapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2883 - RPM # 912995 - Apartado 127  
E-mail: colecbi@spesly.com.pe; medioambiente\_colecbi@spesly.com.pe  
Web: www.colecbi.com



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-008**

Pag. 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHÉ
		Este X 767531 Norte Y 8123010
Molibdeno (Mo)	0.002	
Sodio (Na)	0.06	
Níquel (Ni)	0.0006	
Fósforo (P)	0.01	
Plomo (Pb)	0.002	
Antimonio (Sb)	0.003	
Selenio (Se)	0.005	
Silice (SiO <sub>2</sub> )	0.01	
Estaño (Sn)	0.003	
Estroncio (Sr)	0.0003	
Titanio (Ti)	0.0007	
Talio (Tl)	0.002	
Vanadio (V)	0.001	
Zinc (Zn)	0.002	

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEWW APHA AWWA WEP Part 4500 H+ B, 23rd Ed 2017. pH Value. Electrode Method.  
Metales Totales: EPA Method 200.7 Rev. 4 4 FMAC Versión 1 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) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s
- Estos resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecta al proceso de Dimensión por su procedencia 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 emite 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, Noviembre 16 del 2020  
GVR/jms

EL-MY-11/01-V0  
Rev: 06  
Fecha: 2019-07-01

EL INFORME NO DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACION  
DE LA ENTIDAD DEBIDA Y DEBE SER EN ESPAÑOL

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires N2 A - LL.7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 833'2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com



### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Atilio Rubén López Carranza, titular del DNI N° 32965940, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como docente en la Universidad Cesar Vallejo.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de Items			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de julio del 2021.

  
Atilio Rubén López Carranza  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 90690  
Firma

INFORME DE ENSAYO

IE 000000

Información del Cliente		Información del ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:		Responsable Recepción:		Responsable muestreo:	
Solicitante:		Número de CI:		Plata / Método muestreo:	
Dirección:		Fecha Muestreo:		Condición ambiental:	
Ciudad:		Fecha recepción:		Descripción del estado de la muestra a la recepción:	
E-mail:		Fecha Inicio Análisis:			
Teléfono:		Fecha final Análisis:			
		Fecha Emisión Informe:			

Sitio de muestreo: 100 mts. Puente Macho Inga GILUCCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	EXPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 6 gr. CCS
Código Laboratorio	0421032.001	0421032.002	0121003.003
Tipo muestra	Agua Superficial	Agua de proceso	Agua de proceso
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	08:30	08:30	08:30
Temperatura Ambiental (°C)			
Temperatura Agua (°C)			

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	2550 APHA-AWWA-WEF 25th Edition 2017	µS/cm				
TURBIDIDAD	2130B APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017	NTU				
pH	Método 4100 IH APHA-AWWA-WEF 19th Edition 2017	unidades de pH				
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540 19th Ed 2017	mg/l				
PLOMBO	SM 9040 APHA-AWWA-WEF 19th Ed 2017	mg A/L				

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el ICC - SEDALIB S.A.
- La representación visual de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del ICC - SEDALIB S.A., su exactitud será válida sólo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta terribles o excesivas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días contados a la emisión del informe.
- El laboratorio tiene calculado a una muestra de sus resultados y están a disposición del cliente que lo solicita.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservarán en el ICC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

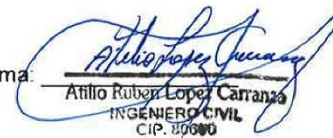
Av. Federico Villarreal N° 1300 - Urb. Semi Rústica El Bosque - Trujillo  
Telf: 044 487324 044 487325 / E: 317

Página:

**Evaluador:**

Nombres y Apellidos: Atilio Rubén López Carranza

DNI N°: 32965940

Firma:   
Atilio Rubén López Carranza  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 10000

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Atilio Rubén López Carranza, titular del DNI N° 32965940, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como docente en la Universidad Cesar Vallejo.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de Items			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 27 días del mes de julio del 2021.

  
Atilio Rubén López Carranza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 8000  
Firma

## OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACION

**Estimado validador:** Ing. Miguel Angel Milla Prieto

Me es muy grato dirigirme a usted, a fin de solicitarle su formidable colaboración como experto para validar la presente ficha, el cual será aplicado a la contribución de métodos económicos para la remoción de metales pesados, para posteriormente determinar sus características físico-químicas del biosorbente y su respectiva evaluación, por cuanto considero sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información en campo para la investigación, que se realizó en los actuales momentos, titulado:

**“Remoción de plomo de las aguas del río Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021”**

Esto con el objeto de presentarlo como requisito para obtener:

**EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Asimismo, el instrumento para recojo de información tiene por título:

**“INFORME DE ENSAYO - COLECBI”**

**“INFORME DE ENSAYO - SEDALIB”**

Para validar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente de acuerdo al criterio personal y profesional para con el autor que le corresponda el instrumento. Por otra parte, se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO



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



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-008**

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR :  
DIRECCION :  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE :  
PRODUCTO DECLARADO :  
LUGAR DE MUESTREO :  
MÉTODO DE MUESTREO :  
PLAN DE MUESTREO :  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO :  
FECHA DE MUESTREO :  
CANTIDAD DE MUESTRA :  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA :  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA :  
FECHA DE RECEPCIÓN :  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO :  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO :  
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS :  
CÓDIGO COLECBI :

### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA

(\*) *Finura del muestreo por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060 de SMEVV-APHA-AWWA-WEF*  
**ENSAYOS DE METALES**

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHE Este X 767581 Norte Y 9123010
Plata (Ag)	0,002	
Aluminio (Al)	0,02	
Arsénico (As)	0,005	
Boro (B)	0,005	
Bario (Ba)	0,005	
Berilio (Be)	0,0002	
Calcio (Ca)	0,02	
Cadmio (Cd)	0,0001	
Cerio (Ce)	0,009	
Cobalto (Co)	0,0005	
Cromo (Cr)	0,0003	
Cobre (Cu)	0,002	
Hierro (Fe)	0,002	
Mercurio (Hg)	0,001	
Platino (Pt)	0,1	
Litio (Li)	0,003	
Magnesio (Mg)	0,02	
Manganeso (Mn)	0,0003	

### COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839-2893 - RPM # 902995 - 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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-006

Pág. 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHE Este X 767531 Norte Y 9123010
Molibdeno (Mo)	0.002	
Sodio (Na)	0.06	
Niquel (Ni)	0.0006	
Fósforo (P)	0.01	
Plomo (Pb)	0.002	
Antimonio (Sb)	0.003	
Selenio (Se)	0.006	
Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0.01	
Estanio (Sn)	0.003	
Estroncio (Sr)	0.0003	
Titanio (Ti)	0.0007	
Talio (Tl)	0.002	
Vanadio (V)	0.001	
Zinc (Zn)	0.002	

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMENW-APHA AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrode Method.  
Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4-4 EMMV Versión / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECHI S.A.C. ( )
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Entre resultados de ensayos no deben ser utilizadas como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de garantía de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dimensión por su parsibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagramas, cruces 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, Noviembre 16 del 2020.  
GURpm

L.C.MP - HRIEVO  
Rev. 06  
Fecha 2010-07-01

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

FIN DEL INFORME

**COLECHI S.A.C.**

Um. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Elapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nºtel: 839\*2893 - RPA # 902985 - Apartado: 127  
Email: colechi@speedy.com.pe | medioambiente\_colechi@speedy.com.pe  
Web: www.colechi.com

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Miguel Angel Milla Prieto, titular del DNI N° 41329145, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Ingeniero Consultor Independiente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 28 días del mes de julio del 2021.

  
Miguel Angel Milla Prieto  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 183478  
CONSULTOR C47658

Firma

**INFORME DE ENSAYO**

IE 000000

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:		Responsable Recaptado:		Responsable muestra:	
Solicitante:		Muestra de Of:		Plan / Método muestreo:	
Dirección:		Fecha Muestreo:		Condición ambiental Ensayo:	
Ciudad:		Fecha recepción:		Descripción del estado de la muestra a la recepción:	
Celular:		Fecha Inicio Análisis:			
Teléfono:		Fecha Final Análisis:			
		Fecha Emisión Informe:			

Sitio de muestreo: 300 mts. Puente Macha Bajo OTUZCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	EXPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 5 gr. CCS
Código Laboratorio	0421013.001	0421012.000	0121003.003
Tipo muestra	Agua Superficial	Agua de proceso	Agua de proceso
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	08:30	08:30	08:30
Temperatura Ambiental (°C)			
Temperatura Agua (°C)			

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	25108 APHA-APWA-WEF, 23rd Edition, 2017	µS/cm				
TURBIDEIDAD	21308 APHA-APWA-WEF, 23rd Edition, 2017	NTU				
pH	9045, 4500-11 APHA-APWA-WEF, 23rd Edition, 2017	Unidad de pH				
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 28-d Ed 2017	mg/L				
PLOMO	SM 9240-APHA-APWA-WEF Part 9114 6, 23rd Ed. 2017	mg Au/L				

- El resultado indicado en este Informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A.
- La reproducción parcial de este Informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autorización será válida sólo si tiene firma y sello original.
- Este Informe no será válido si presenta tachaduras o emendas, cualquier reclamo u objeción, que desare efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 10 días posteriores a la emisión del Informe.
- El laboratorio tiene tabulada la recuperación de sus resultados y está a disposición del cliente que lo solicite.
- Los resultados del Informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un período máximo de 60 días a la emisión del Informe de ensayo, por lo que toda conservación o reevaluación que, en su caso, desare efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Av. Federico Villarreal N° 1300 - Urb. Semi Rústica El Bosque - Trujillo  
Tel: 044 407261 044 407262 / Cx 377

Página

**Evaluador:**

Nombres y Apellidos: Miguel Angel Milla Prieto

DNI N°: 41329145

Firma: \_\_\_\_\_



**Miguel Angel Milla Prieto**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 153478  
CONSULTOR C47650



### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Miguel Angel Milla Prieto, titular del DNI N° 41329145, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Ingeniero Consultor Independiente.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 28 días del mes de julio del 2021.

  
**Miguel Angel Milla Prieto**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 183478  
CONSULTOR C47858

Firma

## OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACION

**Estimado validador:** Ing. Willie Junior Prieto Marrero

Me es muy grato dirigirme a usted, a fin de solicitarle su formidable colaboración como experto para validar la presente ficha, el cual será aplicado a la contribución de métodos económicos para la remoción de metales pesados, para posteriormente determinar sus características físico-químicas del biosorbente y su respectiva evaluación, por cuanto considero sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información en campo para la investigación, que se realizó en los actuales momentos, titulado:

**“Remoción de plomo de las aguas del río Moche – Otuzco utilizando un biofiltro en base de cenizas de tusa de maíz – 2021”**

Esto con el objeto de presentarlo como requisito para obtener:

**EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Asimismo, el instrumento para recojo de información tiene por título:

**“INFORME DE ENSAYO - COLECBI”**

**“INFORME DE ENSAYO - SEDALIB”**

Para validar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente de acuerdo al criterio personal y profesional para con el autor que le corresponda el instrumento. Por otra parte, se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO



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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-006

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR :  
DIRECCION :  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE :  
PRODUCTO DECLARADO :  
LUGAR DE MUESTREO :  
MÉTODO DE MUESTREO :  
PLAN DE MUESTREO :  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO :  
FECHA DE MUESTREO :  
CANTIDAD DE MUESTRA :  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA :  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA :  
FECHA DE RECEPCIÓN :  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO :  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO :  
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS :  
CÓDIGO COLECBI :

### RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO MOCHES
	Este X 767521 Norte Y 9123010
(*) pH	

(\*\*) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1050: U. SMEWW-APHA-AWWA-WEF

### ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHES Este X 767521 Norte Y 9123010
Plata (Ag)	0,002	
Aluminio (Al)	0,02	
Arsénico (As)	0,005	
Boro (B)	0,003	
Bario (Ba)	0,003	
Berilio (Be)	0,0002	
Calcio (Ca)	0,02	
Cadmio (Cd)	0,0001	
Cerio (Ce)	0,009	
Cobalto (Co)	0,0008	
Cromo (Cr)	0,0003	
Cobre (Cu)	0,002	
Hierro (Fe)	0,002	
Mercurio (Hg)	0,001	
Níquel (Ni)	0,1	
Litio (Li)	0,003	
Magnesio (Mg)	0,02	
Manganeso (Mn)	0,0003	

### COLECBI S.A.C.

Ofic. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Navtel: 819\*2800 - RPM # 902995 - 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



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20201104-006

Página 2 de 2

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	RIO MOCHE Est. X 767531 Norte Y 9123010
Molibdeno (Mo)	0.002	
Sodio (Na)	0.06	
Níquel (Ni)	0.0008	
Fósforo (P)	0.01	
Plomo (Pb)	0.002	
Antimonio (Sb)	0.003	
Selenio (Se)	0.006	
Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0.01	
Estaño (Sn)	0.003	
Estroncio (Sr)	0.0003	
Titanio (Ti)	0.0007	
Talio (Tl)	0.002	
Vanadio (V)	0.001	
Zinc (Zn)	0.002	

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

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

Metales Totales: EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMNC Vaecon/ 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) Muestras tomadas 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 de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dimensión por su perechibilidad y/o muestra única.
- El Informe incluye diagramas, 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: Nueva Chimboia, Noviembre 16 del 2020.  
GUR/ym

LC-MP FRIEVO  
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 Años No. A-11.7 | Etapa - Nuevo Chimboia - Telfax: 043-310752  
Nivel: 839'2833 - RPM: # 902945 - Apartado: 127  
E-mail: colecbi@speedy.com.pe | medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Willie Junior Prieto Marrero, titular del DNI N° 70558257, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Supervisor en Calaminon.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 28 días del mes de julio del 2021.

  
PRIETO MARRERO WILLIE JUNIOR  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 15156

Firma

INFORME DE ENSAYO

JE 000000

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:		Responsable Recopilación:		Responsable Muestreo:	
Subcliente:		Número de OE:		Plan / Método muestreo:	
Descripción:		Tarifa Muestreo:		Condición ambiental Ensayo:	
Ciudad:		Fecha recepción:		Descripción del estado de la muestra a la recepción:	
Cantón:		Fecha inicio Análisis:			
Teléfono:		Fecha Final Análisis:			
		Fecha Emisión Informe:			

Sitio de muestreo: 100 mca. Puente Agua Baja OTULLAZO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Código muestra	1	2	3
Descripción	PATRON	EXPERIMENTAL N° 1 = 5 gr. CCS	EXPERIMENTAL N° 2 = 5 gr. CCS
Código Laboratorio	0411013.003	0421012.002	0111001.003
Tipo muestra	Agua Superficial	Agua de proceso	
Fecha de muestreo	04/06/2021	04/06/2021	04/06/2021
Hora muestreo	08:30	08:30	08:30
Temperatura Ambiental (°C)			
Temperatura Agua (°C)			

Ensayo	Método de Ensayo	Unidades	LOMI	Resultados	Resultados	Resultados
CONDUCTIVIDAD	3510B APHA-AWWA-WEP, 25th Edition, 2017	µS/cm				
TURBIDIDAD	2130B APHA-AWWA-WEP, 25th Edition, 2017	NTU				
pH	Método: 4500-H <sub>+</sub> APHA-AWWA-WEP, 23rd Edition, 2017	Unidad de pH				
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540D 23rd Ed 2017	mg/L				
PLOMO	SM 9100-APHA-AWWA-WEP Part 3114 B, 2nd Ed. 2017	mg Au/L				

- El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo con el LCC - SEDALIB S.A.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su comercialización o utilidad solo si tiene firma y sello original.
- Este informe no será válido si presenta tachaduras o anotaciones, cualquier rasguño u objeción, que dañara afectar el legibilidad, respecto al documento, se deberá ajustar en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- El laboratorio tiene custodia de sus resultados y está a disposición del cliente que lo solicita.
- Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservarán en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación, del parámetro a analizar, hasta un período máximo de 90 días y la emisión del informe de ensayo, por lo que toda compraventa o recambio de muestra, en su caso, deberá alertar al laboratorio, se deberá agotar en el plazo indicado.

Av. Federico Villarreal N° 1300 - Urb. Semi Rústica El Bosque - Trujillo  
Tel: 044 407321 044 407322 / Fax: 317

Página

**Evaluador:**

Nombres y Apellidos: Willie Junior Prieto Marreo

DNI N°: 70558257

Firma:



PRIETO MARRERO WILLIE JUNIOR  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 215156

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Willie Junior Prieto Marrero, titular del DNI N° 70558257, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Supervisor en Calaminon.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento, a los efectos de su aplicación de los TESISTAS de la Universidad Cesar Vallejo, Prieto Marrero Ricardo Daniel y Castro Morillos Heiner Alvaro.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			<i>[Handwritten mark]</i>	
Amplitud de conocimiento			<i>[Handwritten mark]</i>	
Redacción de ítems			<i>[Handwritten mark]</i>	
Claridad y precisión			<i>[Handwritten mark]</i>	
Pertinencia			<i>[Handwritten mark]</i>	

En Nuevo Chimbote, a los 28 días del mes de julio del 2021.

*[Handwritten Signature]*  
PRIETO MARRERO WILLIE JUNIOR  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 215456

Firma

**ANEXO N° 11**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**

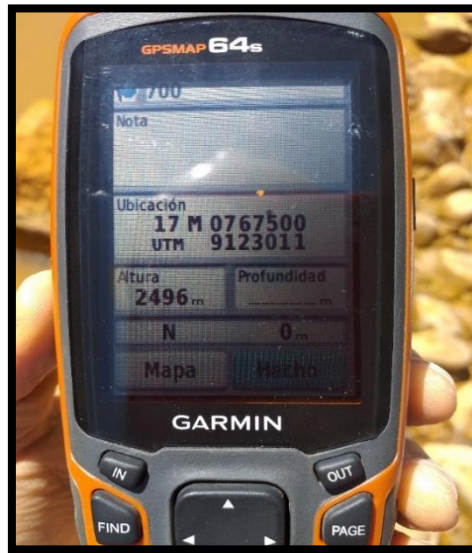




**FIGURA N° 1 : vista panorámica del rio Moche- Otuzco**



**FIGURA N° 2 : toma de muestra para la realizar el ensayo de barrido de metales.**



**FIGURA N° 3** Ubicación mediante un GPS de la toma de muestras en el rio Moche- Otuzco



**FIGURA N° 4** : recolección del material bioadsorbente en su estado natural de las chacras del centro Poblado Alto Perú.



**FIGURA N° 5 :limpieza y lavado de la tusa de maíz con abundante agua**



**FIGURA N° 6 :secado natural de la tusa de maíz por una semana**



**FIGURA N° 7** :se toma 1 kg de tusa de maíz para el análisis térmico diferencial



**FIGURA N° 8** :Trituración de la tusa de maíz con un batan para reducir su tamaño



**FIGURA N° 9 : secado de la tusa triturada mediante un horno casero a 110° C por 2 horas.**



**FIGURA N° 10 : La tusa de maíz molida fue tamizada mediante una tela organza.**



**FIGURA N° 11** : la tusa de maíz luego de pasar por la malla organiza cuyo tamaño de partícula se asemeja a la malla N.º 100



**FIGURA N° 12** : se tomó 11 gr de tusa de maíz molida para el ensayo de Análisis térmico diferencial.



**FIGURA N° 13** : La tusa de maíz es puesto en una brasa para hacerse cenizas



**FIGURA N° 14** : Cenizas de tusa de maíz



**FIGURA N° 15** : La tusa de maíz fue calcinado en una mufla en el laboratorio de la universidad San Pedro a una temperatura de 640° C durante 2 horas



**FIGURA N° 16** : La tusa de maíz activada térmicamente





**FIGURA N° 17 : pulverización de las cenizas de tusa de maíz con un mortero**



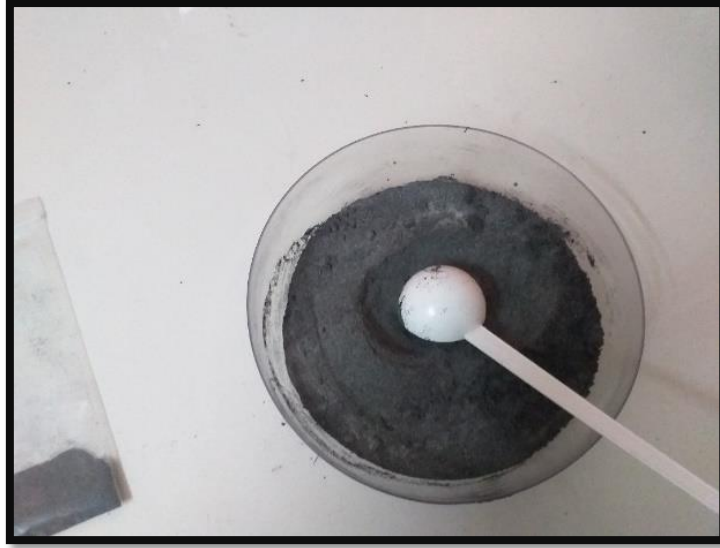
**FIGURA N° 18 : Se utilizó la malla organza para el tamizado de las cenizas de tusa de maíz el cual se asemeja a la malla N.º 100**



**FIGURA N° 19 : la ceniza de tuza de maíz siendo tamizada**



**FIGURA N° 20 : las cenizas de tusa de maíz ya tamizada con la maya organza**



**FIGURA N° 21 : muestra de material calcinado listos para ser llevado a realizar ensayo de fluorescencia de rayos -X**



**FIGURA N° 22 : se llevó 10 gr de las cenizas de tusa de maíz a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para los respectivos ensayos**



**FIGURA N° 23 : materiales para la elaboración del prototipo de biofiltro**



**FIGURA N° 24 : herramientas para la elaboración del prototipo de biofiltro**



**FIGURA N° 25 : Elaboración del prototipo de biofiltro**



**FIGURA N° 26 : prototipo de biofiltro terminado**



**FIGURA N° 27 : toma de muestras del rio Moche**



**FIGURA N° 28 : equipos y materiales para la toma de muestras**



**FIGURA N° 29** : realización de los experimentos para la remoción de plomo mediante un prototipo de biofiltro a base de cenizas de tusa de maíz.



**FIGURA N° 30** : realización del experimento para la Muestra N 1



**FIGURA N° 31 : realización del experimento para la Muestra N 2**



**FIGURA N° 32 : realización del experimento para la Muestra N 3**