

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Remoción de arsénico mediante un biofiltro, utilizando  
cenizas de corteza de la sábila (Aloe Vera) en las aguas del  
Rio Moche – Otuzco**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

**Autor:**

Prieto Marrero, Priscilla Ximena

**Asesor:**

Cerna Chávez, Rigoberto

<https://orcid.org/0000-0003-4245-5938>

**Chimbote – Perú**

**2022**

**PALABRAS CLAVE:**

---

<b>Tema</b>	Remoción de arsénico
<b>Especialidad</b>	Hidráulica

---

**KEY WORDS:**

---

<b>TOPIC</b>	Remotion of arsenico
<b>SPECIALTY</b>	Hydraulics

---

**LINEA DE INVESTIGACION:**

---

<b>Línea</b>	Hidráulica
<b>Área (OCDE)</b>	Ingeniería y tecnología
<b>Subárea (OCDE)</b>	Ingeniería civil
<b>Disciplina(OCDE)</b>	Ingeniería civil

---

## **TITULO**

**REMOCIÓN DE ARSÉNICO MEDIANTE UN BIOFILTRO,  
UTILIZANDO CENIZAS DE CORTEZA DE LA SÁBILA  
(ALOE VERA) EN LAS AGUAS DEL RIO MOCHE – OTUZCO**

## RESUMEN

La principal idea de la investigación se basó en buscar y aprovechar nuevos residuos orgánicos para el tratamiento del agua contaminada por metales pesados y así poder combatir la contaminación, por lo cual mi proyecto de investigación se realizó utilizando las siguientes dosificaciones: 5 y 6 gr de cenizas de corteza de sábila en gr/litros. de agua contaminada por arsénico del Rio Moche - Otuzco. El tipo de investigación fue aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño experimental cuyo fin fue determinar la capacidad de remoción del arsénico.

La investigación experimental se trabajó con el método de adsorción, lo cual se encargó de captar diferentes especies químicas donde se empleo las cenizas de corteza de sábila ubicándola dentro de un biofiltro con agua contaminada, donde tuvo un comportamiento directo al metal pesado, a través de mecanismo fisicoquímicos como la adsorción. Las cenizas de corteza de la sábila tienen gran porcentaje de sodio, calcio, magnesio, potasio, cloro, azufre, fósforo (sorbetes positivos). Donde dichas propiedades fueron activadas a las temperaturas sugeridas por el ensayo del ATD, donde nos presenta dos principales descensos de la masa, el primer descenso es muy leve en un rango entre 70 y 130°C, y el descenso más fuerte, el segundo, se da entre 240 y 340°C, luego el descenso es lento, hasta llegar a una pérdida global de 71% de su masa principal próximamente cuando se ha alcanzado su punto límite de temperatura.

Se realizó la investigación a través del método experimental en donde se empleó dos dosis, la primera de 5 gr/l de cenizas de corteza de la sábila mediante un biofiltro, con el cual se obtuvo una remoción de arsénico del 87.53 % en referencia a la muestra patrón extraída del Rio Moche- Otuzco, la segunda dosis que se empleo fue de 6 gr/l de cenizas de corteza de la sábila a través del mismo método, con lo que se obtuvo un 93.05 % de remoción de arsénico en referencia a la muestra patrón extraídas del Rio Moche -Otuzco, demostrando que las cenizas de la corteza de la sábila muestran una excelente capacidad de remoción absorbente del metal pesado arsénico además mejora otras características en las aguas del rio moche- Otuzco.

## ABSTRACT

The main idea of the research was based on finding and taking advantage of new organic waste for water contaminated by heavy metals and thus being able to combat pollution, for which my research project was carried out using the following dosages: 5 and 6 gr of Aloe bark ash in gr / liters. of water contaminated by arsenic from the Rio Moche - Otuzco. The type of research was applied, presenting a quantitative approach and an experimental design whose purpose was to determine the arsenic removal capacity.

The experimental research was carried out with the adsorption method, which was responsible for capturing different chemical species where the aloe bark ash was used, placing it inside a biofilter with contaminated water, where it had a direct behavior to heavy metal, through physicochemical mechanism such as adsorption. The bark ashes of aloe vera have a large percentage of sodium, calcium, magnesium, potassium, chlorine, sulfur, phosphorus (positive straws). the mass, the first fall is very slight in a range between 70 and 130 ° C, and the strongest fall, the second, occurs between 240 and 340 ° C, later the fall is slow, until it loses a total of 71% of its initial mass approximately when its maximum test temperature has been reached.

The research was carried out through the experimental method where two doses were used, the first of 5 gr / l of aloe bark ash using a biofilter, with which arsenic removal of 87.53% was obtained in Referring to the sample extracted from the Rio Moche-Otuzco, the second dose used was 6 gr / l of aloe bark ash through the same method, with which a 93.05 % removal of arsenic in reference to the standard sample extracted from the Rio Moche -Otuzco, showing that the ashes of the bark of aloe.

## Índice General

Palabras Claves	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	34
Resultados	37
Análisis y discusión	45
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias bibliográficas	49
Anexos	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Parámetros de aguas superficial utilizada para la producción de agua potable.....	9
<b>Tabla 2.</b>	Arsénico con altos niveles de oxígeno.....	12
<b>Tabla 3.</b>	Consecuencias de beber agua con exceso de arsénico.....	13
<b>Tabla 4.</b>	Tamaño de Partículas.....	21
<b>Tabla 5.</b>	Tratamientos con Aloe Vera.....	22
<b>Tabla 6.</b>	Clasificación taxonómica de la sábila (Aloe vera) .....	24
<b>Tabla 7.</b>	Variable dependiente.....	31
<b>Tabla 8.</b>	Variable independiente.....	32
<b>Tabla 9.</b>	Instrumentos del proyecto de investigación.....	36
<b>Tabla 10.</b>	Fluorescencia de rayos x de corteza de sábila (aloe vero).....	39
<b>Tabla 11.</b>	PH de ceniza de cáscara de sábila.....	39
<b>Tabla 12.</b>	Ensayos físico-químicos y metal pesado patrón.....	40
<b>Tabla 13.</b>	Comparación de parámetros del agua.....	40
<b>Tabla 14.</b>	Ensayos físico-químicos y metal pesado exp.1.....	41
<b>Tabla 15.</b>	Ensayos físico-químicos y metal pesado exp.2.....	41
<b>Tabla 16.</b>	Cuadro resumen de resultados.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Pasos para el tratamiento de aguas.....	16
<b>Figura 2.</b>	Foto de la sábila (Aloe vera). Fuente de.....	23
<b>Figura 3.</b>	Anatomía de la hoja de sábila. Fuente del MINEDU.....	28
<b>Figura 4.</b>	Curva de pérdida de masa - análisis termo gravimétrico – cascara de sábila.....	37
<b>Figura 5.</b>	Curva calorimétrica dsc – cascara de sábila.....	38
<b>Figura 6.</b>	Gráfico de barras comparativo de arsénico. (mg/L).....	42
<b>Figura 7.</b>	Gráfico de barras comparativo de Conductividad (Us/cm).....	42
<b>Figura 8.</b>	Gráfico de barras comparativo de ph.....	43
<b>Figura 9.</b>	Gráfico de barras comparativo de S.T.D (mg/L).....	43
<b>Figura 10.</b>	Gráfico de barras comparativo de turbidez (UNT).....	44
<b>Figura 11.</b>	Google Maps.....	67
<b>Figura 12.</b>	Extracción de la sábila (aloe vero).....	67
<b>Figura 13.</b>	Limpieza y desinfección de la sábila (aloe vera).....	68
<b>Figura 14.</b>	Se procedió a quitar todo el yodo de la sábila (aloe vera).....	68
<b>Figura 15.</b>	Se procedió a lavar hoja por hoja para su desinfección total con agua destilada.....	69
<b>Figura 16.</b>	Se dejó orear unos 10 minutos.....	69
<b>Figura 17.</b>	Se procedió a separar la cascara con la parte del cristal(gel) conjuntamente con las espinas de los bordes.....	70
<b>Figura 18.</b>	Se procedió a cortar en cuadros la corteza de sábila y se dejaron secar por 10 días a temperatura ambiente en una bandeja cubierta por una malla organza para evitar insectos.....	70
<b>Figura 19.</b>	Corteza de sábila secada por 10 días.....	70
<b>Figura 20.</b>	Se procedió a moler los cuadros de corteza de sábila con ayuda del mortero.....	71
<b>Figura 21.</b>	Se trituro el material con un mortero para reducir su tamaño.....	71
<b>Figura 22.</b>	Se tomó 17.5 gr de corteza de sábila molida para el ensayo de Análisis térmico diferencial.....	72
<b>Figura 23.</b>	Se procedió a lavar hoja por hoja para su desinfección total con agua destilada.....	72
<b>Figura 24.</b>	Se procedió a lavar hoja por hoja para su desinfección total con agua destilada.....	73
<b>Figura 25.</b>	Se realizaron los ensayos en el laboratorio de la universidad san pedro de acuerdo con las indicaciones del asesor.....	73
<b>Figura 26.</b>	Se pasaron por las mallas #40, #50 y #60 el cual tiene granos <0.3mm el cual es el tamaño que favorece en la bioadsorción.....	74

<b>Figura 27.</b>	Pesando las muestras de las cenizas de la corteza de sábila.....	74
<b>Figura 28.</b>	Muestras pesadas y listas para su ensayo de laboratorio.....	75
<b>Figura 29.</b>	Adaptando el prototipo de Biofiltro.....	75
<b>Figura 30.</b>	Herramientas para la elaboración del biofiltro.....	76
<b>Figura 31.</b>	Finalizando la elaboración del prototipo del biofiltro.....	76
<b>Figura 32.</b>	Base del biofiltro.....	77
<b>Figura 33.</b>	Instalación del biofiltro.....	77
<b>Figura 34.</b>	Prototipo del biofiltro terminado.....	78
<b>Figura 35.</b>	(Ubicación Del Rio Moche. 2021). Google Maps.....	78
<b>Figura 36.</b>	(Ubicación Del Puente Rio Moche Bajo. 2021). Google Maps.....	79
<b>Figura 37.</b>	(Ubicación Del lugar de la muestra es a 200m dentro, del Puente Rio Moche Bajo. 2021). Google Maps.....	80
<b>Figura 38.</b>	Google Maps. Ubicación mediante un GPS de la toma de muestras en el rio Moche- Otuzco.....	80
<b>Figura 39.</b>	(Ubicación De la empresa de SEDALIP. Trujillo 2021).....	81
<b>Figura 40.</b>	(Ubicación De la empresa de SEDALIP. Trujillo 2021).....	81
<b>Figura 41.</b>	Visita en dirección a rio moche.....	82
<b>Figura 42.</b>	Puente rio moche con los implementos para la recolección de agua.....	82
<b>Figura 43.</b>	Vista previa a la llegada de rio moche.....	83
<b>Figura 44.</b>	Recolectando agua para la elaboración del biofiltro.....	83
<b>Figura 45.</b>	Retiro de agua del rio moche.....	84
<b>Figura 46.</b>	Recogiendo las muestras de agua.....	84
<b>Figura 47.</b>	Seleccionando la muestra de agua adecuada.....	85
<b>Figura 48.</b>	Colocando las muestras de agua en caja reservación, para mantener las muestras.....	85
<b>Figura 49.</b>	Realizando las pruebas de biofiltro.....	86
<b>Figura 50.</b>	Vista panorámica del biofiltro.....	86
<b>Figura 51.</b>	Desarrollo de las pruebas del biofiltro.....	87
<b>Figura 52.</b>	Preparando la grava para biofiltro.....	87
<b>Figura 53.</b>	Experimental N° 02 de ceniza de corteza de sábila.....	88
<b>Figura 54.</b>	Experimental N° 01 de ceniza de corteza de sábila.....	88
<b>Figura 55.</b>	Iniciando el proceso de biofiltro con la muestra experimental.....	89
<b>Figura 56.</b>	La cenizas de sábila listas para ser utilizadas en el biofiltro.....	89
<b>Figura 57.</b>	Agregando las cenizas de sábila al biofiltro.....	90

<b>Figura 58.</b>	Mezclando las cenizas con el agua del Experimental N°01.....	90
<b>Figura 59.</b>	Removiendo las cenizas de sábila con el agua del Experimental N°02.....	91
<b>Figura 60.</b>	Recolectando el agua para sus análisis químico.....	91
<b>Figura 61.</b>	Muestras a ser analizadas en el “Laboratorio de Ensayos Clínicos...”	92
<b>Figura 62.</b>	COLECBI S.A.C.....	92

## INTRODUCCION

**Ramirez y Jaramillo (2015)**, con su artículo de investigación , “Agentes Naturales como una elección para un mejor proceso del agua.”, de la UMNG, tiene el propósito de analizar los diversos agentes de origen natural en la Coagulación - floculación, valuando su efectividad en la remoción de partículas suspendidas y coloidales (turbidez), El método utilizado fue la exploración y comparación entre moringa, oleífera, cactus, almidón, que concluyó que el coagulante natural actúa por adsorción seguida de neutralización de carga, lo que minimiza el efecto de la coagulación química, reduciendo significativamente los costos de tratamiento si está disponible localmente.

**Arcos G., Y Vivas A. (2015)**, su investigación denominada, “Apreciación de la actividad de las saponinas extraídas del agave americano como coagulantes y coadyuvantes para la higienización de aguas contaminadas con cromo hexagonal y arsénico”, de la UPS Sede Quito, su propósito fue valorar la actividad de las saponinas extraídas del Agave Americana como precipitante y coadyuvante para la depuración de aguas contaminadas por cromo y arsénico. Se empleó el sistema de extracción en seco, las raíces de agave americana se recolectaron y secaron por nueve días, consiguiendo resultados adecuados y efectivos para la extracción de saponinas, arrojando un rendimiento significativo de 37.38 mg de saponinas con 1 ml de extracto equivalente a 5.3. Es por eso que el agave americano puede transformarse en una fuente completa y relevante de este compuesto.

## **Antecedentes a Nivel Nacional**

**Contreras K., Y Gutiérrez T. (2015)**, en, "Remosion de arsénico en las aguas residuales de la mina Yauli la Oroya mediante coagulante de maguey (Agave Americana L.) se realizó en la UNC del Perú, su principal objetivo llevo encontrar las concentraciones de arsénico en aguas residuales de minería tratadas con coagulante de Maguey". (Agave Americana L.), método de prueba en vial utilizado, dosis de coagulante y tiempo de coagulación adecuado, mediante pruebas con sus respectivas repeticiones para observaciones de comportamiento, notando que a una dosis de 40 ppm y por una duración de 3 min, se logró mayor remoción de arsénico obtenido con una mejor tasa de remoción del 97.156%.

**Villanueva, M. (2017)**, con su tesis titulada "Remoción de Arsénico del Agua del Río Huandoval empleando Compuestos de Arcilla, Almidón y Hierro" que se ejecutó en la USP. Se determinó si un compuesto de arcilla, almidón y hierro, fue efectivo en la remoción de arsénico del agua del río Huandoval con el estero Tabla chaca. Se trata de un estudio aplicado y de explicación, con diseño experimental, se tomaron 3 pruebas de un litro de agua del río Huandoval antes y después de utilizar materiales compuestos, en las ejemplares realizados, se concluyó argumentar que este compuesto hecho de arcilla, almidón y hierro puede eliminar el arsénico del agua del río Huandoval y así brindar a las personas una mejor elección para rehabilitar estas aguas contaminadas y aprovecharlas mejor.

**Moreno P. (2016)**, La presente investigación titulada "Reducción de la turbidez del rio de crinejas en la comunidad que está situada en chuquibamba-cajabamba usando opuntia ficus indica, aloe y caesalpinia spinosa", de la UCV; La finalidad de este análisis fue determinar la limitación de la turbidez en las aguas del río Criznejas usando Opuntia ficus, Aloe vera y Caesalpinia spinosa, el método utilizado fue experimental de tres factores, la muestra constó de tres La captura se realizó tres veces entre agosto, septiembre y noviembre, se concluye que la reducción de la turbidez del agua consumida por la población ha sido favorable, logrando una reducción de la turbidez del 42, 48% en el uso del Aloe Vera.

## **Antecedentes a nivel local**

**Gil.P (2018)** En su tesis denominada: “Diseño De Un Biofiltro De Mulcielago De Tuna (Opuntia Ficus – Indica) Para Remover Arsénico” (tesis de titulación). Se dice que el propósito de esta investigación se trata de la capacidad de bioadsorción que tienen el mucílago de la tuna con respecto al arsénico y el diseño del biofiltro. Estudio experimental a nivel cuasi-experimental, se da a conocer muestras identificadas como arsénico (As). La finalidad fue eliminar metales pesados como el arsénico y parámetros fisicoquímicos por medio de un biofiltro, en el cual se estudió que los metales pesados se peguen al mucílago de la tuna por su composición, son (K) y (Ca).

El propósito fundamental fue establecer la efectividad del uso del coagulante - un floculante natural del mucílago de la tuna para reducir el arsénico en el agua del río Huandoval de CP Sacaycacha a través de un biofiltro que consiste en un motor apto para 50 y 100 rpm funcionando como equipo de prueba de jarras, para luego ser almacenado en un tanque cisterna. El método de biofiltro se inicia con un filtro y se conecta al biofiltro, cuando el filtro empieza a funcionar primero a 100 rpm, luego a 50 rpm y posteriormente hay una pausa de 15 minutos, para drenar el agua al depósito a suministrar en el C.P.

La importancia de dicho análisis fue experimental, en las próximas conclusiones se establecieron parámetros de diseño hidráulico tomando en cuenta a los 90 habitantes que serán beneficiarios del agua tratada con el biofiltro según dimensionamientos hidráulicos y parámetros estructurales siendo su caudal de diseño 0.218lt/s.

La relación del prototipo del biofiltro fue de 1/500, en comparación con el volumen de agua tratada utilizada, y sirvió como inicio para el diseño hidráulico y estructural de 4 biofiltros. Se han desarrollado dosis y temperaturas correspondientes para complementarlos. a la mezcla rápidamente proporcionada por el motor graduado a 50 y 100 rpm.

Como resultado se activó la adición de 50 y 70 mg/l de tónidos murciélagos a 80°C y se obtuvo un efecto proporcional de turbidez de 98.65% y 97.39% en pH, obteniéndose resultados de 6.05 y 5.42 respectivamente; por 50 y 70 mg/L de murciélagos de cactus activados a 100°C, los resultados

La turbidez se redujo en un 99,24% y 98,89%, respectivamente, al activarse finalmente por cocción con 50 y 70 mg/L, el pH de remoción fue de 99,30 y 99,70%, respectivamente, resultando un resultado de 4,95 y 4,88, respectivamente; estos se

compararon con la turbidez de 460 UNT y 5.59 con el modelo de PH. Se logró una remoción significativa en comparación con el modo de 25 ppm, mientras que en el modo experimental fueron M1 687.80%, M2 64.40%, M3 63.60.

## **Fundamentación Científica**

### **Hidrología**

La hidrología se desarrolló como respuestas para entender el complicado sistema hídrico de la tierra y solucionar los problemas del agua. Los profesionales especialistas en hidrología tienen la gran responsabilidad de encontrar soluciones a los problemas del agua.

Los hidrólogos ejecutan el conocimiento científico y principios matemáticos en las soluciones a los inconvenientes del agua en la sociedad, tales como problemas de calidad, cantidad y reservas. En la actualidad, nos enfrentamos a un consumo muy elevado, un suministro incierto y una necesidad cada vez mayor de protección contra la contaminación y las inundaciones. El impacto de la falta de agua potable preocupa la salud y la economía (Marcano, 2019).

La hidrología es la ciencia que se ocupa del agua, su presencia, desplazamiento, distribución, propiedades y relaciones con el medio ambiente y los organismos. La hidrología proporciona los elementos científicos y técnicos que nos permiten comprender plenamente el ciclo del agua y realizar investigaciones y trabajos sobre la regulación y gestión de las cuencas hidrológicas. La gestión de las cuencas no es más que el resultado beneficioso de un estudio conjunto de todos los elementos que contiene, como suelo, agua y vegetación, porque están íntimamente relacionados entre sí y, por tanto, dependen unos de otros.

### **El agua**

Este representa una sustancia indispensable para la sociedad, muestran que las masas de agua en el mundo tienen una división del 97.2% para los océanos, seguidos de los glaciares con un 2.14%. El agua que viene del sub suelo contiene el 0.61 del porcentaje de ese total y los fluidos superficiales el 0.009%, el suelo húmedo el 0.005% el agua del

clima el 0.001%. El agua del sub suelo hace referencia al 98% del agua dulce aceptable de la tierra. (Rodríguez, 2007,p.1).

El valor del agua es fundamentalmente el recurso máspreciado para el sostenimiento y la reproducción en la supervivencia del ser humano. Un ejemplo claro es el agua de lluvia, al estar en contacto con el aire, inhala oxígeno, nitrógeno, gotitas de aceite, partículas de humo, etc.; luego, al estar en contacto con el suelo, el agua superficial reaccionará para disolver o dispersar estas sustancias, especialmente en la época de lluvias cuando la calidad del agua del río es inestable (Sáenz y colab., 2004; Zhang y colab., 2005).

Hoy por hoy pasamos por la denominada crisis internacional del agua, originado a que gran parte de los patrimonios acuáticos del planeta se hallan expuestos a un grado elevado de contaminación en diversos estados, como resultado de la sobreexplotación de los patrimonios naturales y la constante destrucción del medio ambiente, sumado a que el agua dulce manipulada por la humanidad para resolver sus necesidades de nivel primario entre lo cual se encuentra las actividades de agricultura, industrias y captación de energía en hidroeléctricas, indica sólo el 1 % del total de los patrimonios hídrico total de nuestro mundo. (Tello L. 2011).

## **Composición química del agua**

Es un elemento diminuto formado por átomos chicos ( $H_2O$ ), unidos por enlaces covalentes que generan entre elementos gaseosos o no metales, lo que hace que la molécula sea extremadamente fuerte. De repartición anormal de la consistencia electrónica, dado que el oxígeno, uno de los compendios con más electrones negativos, también asume los electrones de enlace covalentes, por lo que cerca del átomo de oxígeno se llama mayor densidad de electrones (carga negativa) y con menor hidrógeno (carga positiva). (Carbajal, Á., & Gonzales, M., 2012).

## **Calidad del agua:**

Esto obedece mucho al uso de cualquier cuerpo de agua, ya sea superficial o subterráneo, dependiendo de factores naturales y del desarrollo humano. En ausencia de intervención humana, la disponibilidad de agua dependerá de la degradación de matrices minerales, métodos de evapotranspiración y deposición de sales y lodos, lixiviación de materias orgánicas naturales y nutrientes del suelo por factores hidrológicos y métodos biológicos. En medios acústicos, pueden cambiar la composición física y química del agua. Con el crecimiento demográfico, la expansión de las actividades industriales y agrícolas y la amenaza del cambio climático, la destrucción de la calidad del agua ahora es una preocupación mundial, lo que lleva a cambios importantes en el ciclo hidrológico. (ONU- DAES, 2012).

## **Contagio de agua en el Perú**

El agua contaminada tanto en ríos, lagos y mares es ocasionado, básicamente, por 4 rutas: derrame de aguas servidas, derrame de basuras, derrame de desechos mineros y derrame de sustancias químicas.

## **Metales pesados**

Metales pesados se determina por características químicas, físicas, y sustancias toxicológicas contenidas en la corteza terrestre que pertenecen al grupo de elementos químicos naturales. Un metal pesado es un metal con un número atómico superior a 20 o una densidad igual o superior a 5 gr/cm<sup>3</sup> (excluidos los metales alcalinotérreos y alcalinotérreos). (Navarro et al., 2007, p.10).

Los metales pesados se pueden incorporar fácilmente en la cadena trófica debido a que son altamente solubles y pueden ser encontrados en el suelo, agua o aire (Ballesteros, 2011, p.17).

## **Problemas sociales y ambientales de metales pesados**

La actividad industrial y minera favorecen el progreso y desarrollo de la sociedad debido que se usan en distintos procesos industriales. Uno de los mayores riesgos es que no se pueden degradar química o biológicamente, por lo que se amplifican con el tiempo y puedes afectar a diferentes sistemas u órganos (Romero, 2009).

Las principales vías de exposición en los seres humanos son la ingesta de agua contaminada, inhalación de humos, contacto directo con la piel y aire contaminado (Reyes, 2012)

## **Aplicaciones industriales de metales pesados**

Actualmente existen al menos 80 elementos metálicos existentes en la naturaleza, por lo cual se conoce del gran impacto en contaminación presente en el medio ambiente, estos metales se buscan en la capa de roca externa terrestre y pueden ser liberados a la atmosfera de fuentes humanas o naturales. El problema es cuando se hace uso excesivo de estos en actividades cotidianas y terminan contaminando el suelo, aire y agua (Carro de Diego, 2012, p.8-9).

## **Normativa legal peruana**

Se crearon regulaciones internacionales cada vez más estrictas debido a los riesgos por la contaminación de los metales pesados, como para concientizar a las personas. Los problemas debido a los metales pesados han sido motivo de creación de normativas legales en diversos países según su concentración máxima permitida en la descarga u emisión de algunos contaminantes en la atmósfera y el ecosistema. En nuestro proyecto donde se estudian enfermedades causadas por el plomo a nivel hídrico por lo cual nos orientamos en la legislación Peruana sobre Estándares ambientales de Calidad del Agua (ECA).

### **Artículo 1.- Objetivo de las normas**

**Según el Ministerio Nacional del Ambiente (MINAM, 2017, p.10)** Este reglamento recopila las disposiciones aprobadas por el Decreto Supremo N ° 0022008-MINAM, el Decreto Supremo N ° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N ° 015-2015-MINAM, que aprueban las normas de calidad ambiental (ECA) para el agua, cumplir con lo establecido en este Decreto Supremo y Anexo son parte integrante del mismo. La compilación de esta especificación modifica y elimina algunos de los valores, parámetros, categorías y subcategorías de ECA y conserva los demás valores y parámetros accedidos.

### **Artículo 2. Aprobación de la Norma de Calidad Ambiental para el Agua**

Aprobación de la Norma de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua, anexa como parte integral de este Decreto Supremo.

### **Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Los ECA para Agua deben ser considerados estas precisiones de sus categorías:

**Tabla 1**  
*Parámetros de aguas superficial utilizada para la producción de agua potable*

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamientos convencionales	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICO-QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,007	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO5)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	$\geq 6$	$\geq 5$	$\geq 4$
Potencia de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	$\Delta 3$	$\Delta 3$	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICO</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
<b>Arsénico</b>	mg/L	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,15</b>
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4

Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Niquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

*Fuente: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - MINAM 2017*

### **Arsénico**

Asif Z. et al., (2009) dicen que: es un metaloide tóxico contaminante en el agua potable diferentes países. Sus efectos no son inmediatamente visibles, se pueden consumir grandes cantidades de arsénico sin complicaciones de salud inmediatas. El entorno natural y la unidad se comportan como metaloides. Puede existir tanto en forma orgánica como inorgánica (más tóxica).

Según Monique y Fritz H. (2003) indican que: El arsénico consta de más de 245 minerales. La actividad volcánica en otros procesos naturales es fuente de altas concentraciones de arsénico en el ambiente. Aparte de fuentes naturales contaminación de arsénico de agua y el suelo puede ser consecuencia de las actividades humanas debido a (a) la eliminación de productos químicos de desecho industrial, (b) la fundición de minerales que contienen arsénico, (c) la calcinación de combustibles fósiles, y (d) la aplicación de compuestos de arsénico en muchos productos, especialmente en los últimos cien años.

Yan- Chu (2000): La agrupación de especies de arsénico en el suelo depende del tipo y la cantidad de compuestos del suelo adsorbidos, el pH y el potencial redox. La composición de arsénico puede adsorber hierro (III), aluminio (III), manganeso (III/IV), óxidos e hidróxidos de minerales húmicos y arcillosos.

Arsénico en aguas superficiales y subterráneas El arsénico generalmente está presente en un estado mohoso. En aguas superficiales con alto contenido de oxígeno, el grupo más común es el arsénico o arseniato pentavalente. En contextos reductores, generalmente en lagos y depósitos de aguas subterráneas, predomina el arsénico trivalente o arsenito.

El arsenito es una solución de  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$  y  $\text{H}_2\text{AsO}_4^{2-}$  que se encuentra en agua natural a pH (5 a 9). El arseniato se encuentra comúnmente en agua con alto contenido de oxígeno, como  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ , con un rango de pH de 2 a 13.

La transformación de  $\text{As}^{+3}$  a  $\text{As}^{+5}$  o, al contrario, es muy lento. Los agregados limitados de  $\text{As}^{+3}$  están en medios enmohecidos y los compuestos enmohecidos de  $\text{As}^{+5}$  en medios proporcionalmente menores.

Las plantas, los animales y los microorganismos pueden convertir los agregados químicos de todos estos minerales, el arsénico, en compuestos orgánicos (incluidos los átomos de carbono e hidrógeno). Las situaciones que contribuyen a la oxidación química y biológica del arsénico provocarán la transición del arsénico a una especie pentavalente; por el contrario, aquellas que contribuyen al agotamiento cambiarán el equilibrio a un estado trivalente.

Donde se encuentra agua con alto contenido de oxígeno, ( $\text{As}^{+5}$ ) (como  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ) se encuentra de manera estable, las especies anteriores tienen un rango de pH de (2 a 13). El arsenato tiene una mayor ionización debido a la presencia de dobles enlaces. Las moléculas que desperdician iones de hidrógeno debido a la disociación permanecen cargadas negativamente, formando varios aniones.

**Tabla 2**  
*Arsenico con altos niveles de oxígeno.*

pH	0-9	10-12	13	14
$As^{+3}$	$H_3AsO_3$	$H_3AsO_3^-$	$H_3AsO_3^{-2}$	$AsO_3^{-3}$
pH	0-2	3-6	7-11	12-14
$As^{+5}$	$H_3AsO_4$	$H_3AsO_4^-$	$H_3AsO_4^{-2}$	$H_3AsO_4^{-3}$

Fuente de: Estabilidad y predominio de las especies variando los rangos de pH en el medio acuático (Miliarum, 2016)

Como el propio arsenito se separa en aguas subterráneas con un pH superior a 7. En condiciones de deficiencia de oxígeno, el arsénico se estabiliza como la especie no iónica predominante incluso a valores de pH superiores a 7. El arseniato y el arsenito se separan a diferentes valores de pH. Agua naciente típica, una forma prominente de arseniato y arsenito cuando el pH está entre (6.5 - 8.5). La vía elemental de difusión del arsénico en el medio ambiente es el agua. Sin embargo, la solubilidad del arseniato y el arsenito es suficiente para permitir la transferencia de este componente a los sistemas acuáticos considerando la sedimentación. La acumulación de arsénico en agua dulce natural varía ampliamente y puede depender de los niveles locales de arsénico en los suelos.

### **Efecto del arsénico en la salud**

La investigación de la UNESCO (2007): Solo podemos prevenir para combatir esta enfermedad, la cual afecta a muchos países. El desarrollo mental y las enfermedades cardiovasculares son causas del arsénico, se determinó que el arsénico es carcinógeno Grupo A, conocida por atacar la piel, la vejiga y produce cáncer de pulmón y por ello es considerado un veneno a la mano de todos. As (III) es más tóxico y difícil de eliminar mediante tratamiento físico-químicas convencionales que el As (V).

**Tabla 3**

*Consecuencias de beber agua con exceso de arsénico.*

ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES	Entre 1 y 12 horas tras el contacto: aliento aliáceo (con olor a ajo), queilitis urente, náuseas y vómitos, dolor en el epigastrio generalmente de tipo cólico; diarrea «riciforme» (heces en forma de arroz), hemorrágica o «coleriforme» (similar a la del cólera); elevación de las transaminasas hepáticas en sangre.
ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES	Hipotensión arterial y shock, secundariamente a la vasodilatación y a la disminución de la función miocárdica; edema agudo de pulmón; arritmias; miocardiopatía congestiva.
CANCER	Puede provocar cáncer de piel, de vejiga, riñones, pulmón.
ENFERMEDADES HEMATOLOGICOS	Provoca anemia, leucemia.

Fuente de Percy Junio Gil. (2017)

### **Sustancias con la presencia de Arsénico**

Su presencia en el medio ambiente no solo está asociada con depósitos volcánicos, fuentes geotérmicas y rocas sedimentarias, sino también con diversas actividades antropogénicas, incluida la producción de pesticidas, la producción de conservantes de madera, la industria del vidrio, la producción de semiconductores y tintes.

UNESCO (2005): El medio ambiente se encuentra contaminado por el arsénico a causa de anomalías de la naturaleza y accionar del ser humano que, a través de las industrias, mineras, residuos químicos, etc., lastimosamente estamos arrastrándonos al envenenamiento de nuestras con arsénico.

## Valencias del Arsénico

Por Anónimo, (2013). se puede hallar en cuatro etapas de enmohecimiento, los diferentes tipos de arsénico (III y V) inorgánico son dominantes en aguas subterráneas. Su comportamiento depende del potencial redox y la salinidad del agua, pero básicamente de su pH. Para el agua (superficial y subterránea), los estados de oxidación del arsénico son +5 (arseniato) y +3 (arsenito). En aguas superficiales con alto contenido de oxígeno, las especies más comunes son el arsénico o arseniato pentavalente (As+5).

Para la disminución, por lo general en los pozos de los lagos o aguas subterráneas, prevalece el arsénico trivalente o arsenito (As+3). El arsenito se localiza en medio como  $H_3AsO_3$ ,  $H_2AsO_3^-$ ,  $H_2AsO_4^-$  y  $H_2AsO_4^{2-}$  en aguas con pH de (5 a 9).

El arsenato es encontrado en aguas con grandes niveles de O como  $H_3AsO_4$  en un rango de pH de (2 – 13). La transformación de As+3 a As+5 o al revés es lento. Los agregados con menor As+3 pueden hallarse en espacios oxidados y los agregados enmohecidos de As+5 en medios imperceptibles. Los seres vivos (plantas, microbios y animales) logran cambiar estos agregados químicos de arsénico inorgánico en agregados orgánicos (implicando átomos de carbono e hidrógeno).

Las circunstancias que ayudan al enmohecimiento químico y biológico del arsénico provocan el cambio a variedades pentavalentes y, a la inversa, aquellas que benefician la disminución varían el equilibrio al estado trivalente.

Los arsenatos logran una alta concentración de ionización originado por la presencia de un enlace covalente. La molécula que al disipar el ión hidrógeno por la desunión, queda con carga negativa creando diversos aniones.

Las aguas anóxicas, aún a pH más grande de 7 el arsénico se estabiliza en variedades imperiosas no iónicas. Los arsenatos y arsenitos se disgregan a un pH muy diferente. Entre el pH de (6,5 al 8,5) particularidad natural del agua, las formas sobresalientes de arsenato y arsenitos son:  $H_2AsO_4^-$ ;  $HAsO_4^{2-}$ ; y  $H_2AsO_3$ .

La principal ruta de transmisión de arsénico en el medio ambiente es el agua. No obstante, si consideramos los sedimentos, la disolución de arseniato y arsenito es suficiente para permitir la transferencia de este componente en los sistemas acuáticos. Las concentraciones de arsénico en agua dulce natural varían ampliamente y pueden depender de la forma de arsénico en el suelo local.

### **Arsénico y Ph:**

Song, Williams, Edyveab (2004). Dice que el pH es la contención de la agrupación del ion  $H^+$  y  $OH^-$ . La expresión de estos iones en la capa de intrépida permisiva puede lograr que la partícula lleve una carga mucho más positiva o menos negativa a valores de pH por debajo del punto isoeléctrico. Cada condensador de arsénico opera más ciertamente en una categoría específica de pH y muestra una máxima remoción de contaminantes a pH óptimo. La prolongación de categoría de pH es afectada por el tipo de condensador manejado y por las tipologías del agua excedente además de la cantidad de condensador para el arsénico.

### **Normatividad en el Perú**

Según Minam (2008), en la última década el Perú ha manifestado una gran concentración de contaminación de sus recursos hídricos, por lo cual se crearon leyes que ayuden al control y manejo de derramamiento en algunos destinatarios. El gobierno inició a hacer frente a la misión inseparable de los recursos hídricos y el medio ambiente, obteniendo como consecuencia:

Ley de Recursos Hídricos. – Aquí se manifiesta ANA; Ministerio del Ambiente. – Donde se fijan límites máximos permisibles y establecen estándares de calidad ambiental. En la actualidad, existen leyes que tienen como objetivo mantener un control y remediar la naturaleza de los recursos hídricos mejorando al medio ambiente.

## Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental (ECA) para el Agua

Bajo la influencia del D.S. Terminación N° 002-2008-MINAM y Normas Contemporáneas, se divulga la Categoría ECA Agua de Precisión Constante:

### Tratamiento del agua potable

Para garantizar la purificación del agua, se deben descartar todas las impurezas que contiene, para conseguir esto es necesario combinar métodos básicos de tratamiento, cuya base puede ser física, química o biológica. Mediante estos procesos de suspensión, las partículas coloidales y disueltas se eliminan en el agua cruda. El agua potable apta para el consumo humano debe reunir estas características:

- Limpio, incoloro e inodoro.
- Consiste en oxígeno disuelto.
- Debe contener un determinado porcentaje de sales minerales disueltas.
- No contiene materia orgánica en descomposición.
- No debe contener microorganismos patógenos.
- Debe disolverse bien con compuestos de jabón y detergentes.

El proceso de limpieza se inicia con la recolección del agua cruda, luego el agua es transportada a la planta de tratamiento, donde es contenida en balsas donde se realiza la desincrustación, a partir ahí, el agua es tratada mediante una serie de tratamientos físicos y químicos... el proceso, dividido en primario y adicional (Figura 6), estos pasos se exponen mejor a continuación:

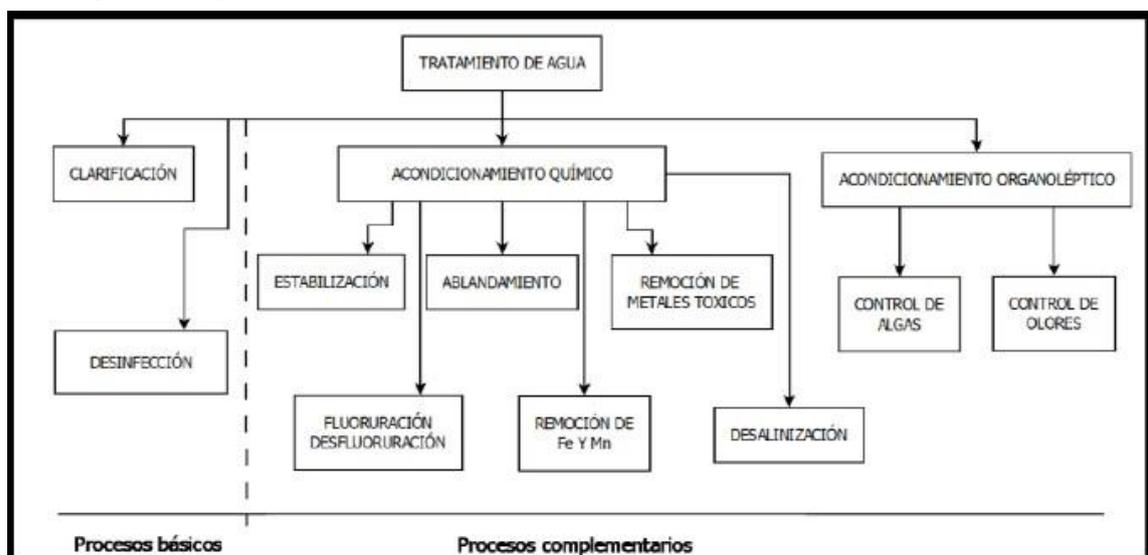


Figura 1. Pasos para el tratamiento de aguas.

Fuente: (Tchnobanoglous. 2000)

**Captación:** en aguas superficiales, se toma a través de bocatomas ubicadas en puntos estratégicos de ríos o diques. Dado que estas aguas son más susceptibles a los contaminantes, eso significa que deben someterse a un tratamiento más complejo. La turbidez, el contenido mineral y los niveles de contaminación varían según la época del año. Otra opción es a partir de aguas subterráneas, que se realiza mediante bombeo o perforación de pozos y requiere un tratamiento menos complejo, pero es más costosa de recolectar.

**Conducción:** Debe ser transportado a la planta de tratamiento por tubería o canal abierto.

**Desarenación:** se prepara un espacio para contener la arena, y estos sólidos caen al fondo. Estos dispositivos se pueden equipar con placas para que se puedan eliminar más partículas. El agua tratada va a la otra etapa por desbordamiento.

**Clarificación:** se elimina la turbidez y el color del agua, pero aún se retienen los patógenos, el proceso consta de las siguientes 4 etapas:

**Dosificación del coagulante:** se añade un coagulante para desestabilizar las partículas coloidales que hay en el agua.

**Floculación:** estas máquinas pueden ser mecánicas o hidráulicas, las cuales ayudan a crear una mezcla homogénea del producto de coagulación y el agua cruda. Gracias a su constante movimiento, permite que el floculador mecánico sean grandes hélices, que normalmente operan a bajas velocidades de mezclado.

**Sedimentación:** se realiza en decantadores o depósitos de diferentes capacidades. Como los floculos quedan en el fondo por su mayor densidad, se forman lodos en el fondo, con lo que se consigue una reducción de la turbidez, así como de sustancias productoras de color, olor y sabor aparentes, virus, bacterias y otros organismos, patógenos. La transición completa dura de 40 minutos a una hora. La última parte de estas máquinas tiene canalones donde se deposita la capa superior de agua, el lugar más limpio, por donde pasa el agua a la zona de filtrado.

**Filtración:** Los filtros retienen las materias en suspensión (las cuales quedan en el agua), obteniendo un 90% de potabilización del agua aproximadamente, los filtros están compuestos de grava y arena de suficientes tamaños y son limpiados periódicamente, para que pueda funcionar bien.

**Proceso de absorción por raíces:** El agua y los minerales absorbidos por las raíces son transportados a las partes superiores de la planta (tallos y hojas) a través del xilema (red conductora de jugos crudos). En las raíces, el transporte de agua ocurre radialmente, desde el cabello absorbido hasta la estela central, donde se encuentra el xilema, a través de la pared o citoplasma de las células corticales. Este proceso tiene lugar de dos formas: la vía ambigua y la vía simpática. La vía de transporte celular incluye el transporte de agua y minerales a través del apoplasto, incluida la pared celular, el xilema y los espacios intercelulares, de la siguiente manera:

1. El agua y los minerales son absorbidos por la zona hidrofílica rizada de la dermis, que se despliega a lo largo de las paredes celulares permeables de la corteza de la raíz.
2. El agua y los minerales llegan a la zona de Caspary, la barrera cerosa del apoplasto, obligándolos a filtrarse a través de la membrana celular.
3. La solución filtrada se vuelve a enviar a las células apoplásticas del otro lado del cinturón de Caspar a través de las células del endodermo y las células viables en la estela.
4. El agua y los minerales detrás de la estela ingresan al xilema, donde asciende a las raíces por flujo masivo.
5. La vía del simplasto implica el transporte de agua y minerales a través del simplasto o citoplasma, conectados por plasmodesmos, y la vía es la siguiente: el agua y los minerales se filtran de los radicales libres de las células ciliadas inmediatamente cuando cruzan la membrana celular y entran en el simplasto.
6. El agua y los minerales pasan de una célula a otra a través de los plasmodesmos. Hacia el despertar. Dado que esta solución ya está en symplast, puede pasar por alto la lavanda de Caspary. Las células endodérmicas y las células vivas en la estela bombean agua y minerales al apoplasto de la estela.
7. El agua y los minerales en el apoplasto de la estela ingresan al xilema y fluyen hacia la raíz por flujo másico. (Kelvingsong, 2013, p. N. A.)

### **Fuentes Contaminantes**

El agua es un recurso irremplazable de vital uso, pero su permanente contaminación, afecta la vida de los humanos, asimismo la de la mayoría de los seres vivos. Un gran problema es la contaminación de los ríos por diversos elementos, como es la ausencia de control de las diferentes autoridades, e igualmente a la poca contribución y comprensión de varios beneficiarios: industrias, familias, etc.

La contaminación de las aguas de los ríos se da a nivel mundial en todas partes. En

muchos países desarrollados, se pusieron leyes para posibilitar el crecimiento, en cantidad y calidad, de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Del mismo modo, la legislación ambiental relevante ha estado obligando a la industria a reducir o eliminar las emisiones de fuentes puntuales. Por otro lado, en los países subdesarrollados, el mejoramiento en calidad de agua es lento, a raíz de que en estos países escasean normas legales. (García L. E., 2016, pág. 8)

### **Intoxicación Aguda**

- **Síntomas Gastrointestinales** (Dentro de 1 a 12 horas, después de la exposición: mal aliento, queilitis ardiente, náuseas y vómitos, onicofagia; cólico diarrea «arroz» (heces parecidas al arroz), hemorrágica en el cólera; hígado en sangre Transaminasas elevadas.

- **Síntomas Cardiovasculares:** Hipotensión arterial: shock, secundario a vasodilatación y función miocárdica disminuida; edema pulmonar agudo; arritmias; miocardiopatía congestiva.

- **Síntomas Cutáneo – Mucosos:**

Por contacto tóxico: irritación, ampollas, exfoliación de la piel.

Distribución del cuerpo: Erupción, Mees Lines (dura semanas a meses).

- **Síntomas Neurológicos:** Cefalea, somnolencia, convulsiones, coma; polineuropatía sensitiva y motora tardía debida a degeneración walleriana reversible; parestesia y disfunción motora diez días después de la exposición.
- **Síntomas Urinarios:** Glomerulopatías, Tubulopatías.

### **Aplicaciones de los metales pesados en la industria**

Actualmente son conocidos aproximadamente 80 elementos metálicos en la naturaleza, por lo cual se conoce del gran impacto en contaminación presente en el medio ambiente, estos metales se encuentran dispersos en todo el planeta y pueden ser liberados de forma antropogénica o natural. El problema es cuando se hace uso excesivo de estos en actividades cotidianas y terminan contaminando el suelo, aire y agua (Carro de Diego, 2012, p.8-9).

El mercurio está disponible en forma pura o amalgama. Su uso en odontología y

algunas pilas es rutinario. El cadmio se utiliza en varias aleaciones y baterías.

### Tratamientos para eliminar metales pesados

Considerando los efectos de los metales pesados, su eliminación de varias corrientes de aguas residuales y varios efluentes es irreversible. Debido a las presiones socioeconómicas, las fábricas se ven obligadas a reducir sus proporciones y los riesgos que emiten al medio ambiente. Este hecho ha llevado a estas grandes fábricas a centrarse en evacuar emisiones más limpias y reciclar o reutilizar sus contenidos. (Hidalgo, 2004, p.10)

Por la presencia de metales pesados en el agua se han realizado muchos ensayos para lograr eliminar estos elementos de las soluciones que crean. Los estudios realizados en esta área, ha resultado en una variedad de técnicas, que incluyen:

**Tabla 4**

*Tamaño de Partículas*

TIPODE PARTÍCULAS	DIÁMETRO (MM)	TIEMPO DE CAÍDA	
		DENSIDAD 2.65	DENSIDAD 1.10
<i>Grava</i>	<i>10</i>	<i>0.013 s.</i>	<i>0.2 s.</i>
<i>Arena gruesa</i>	<i>1.0</i>	<i>1.266 s.</i>	<i>20.9 s.</i>
<i>Arena fina</i>	<i>0.1</i>	<i>126.66 s.</i>	<i>34.83 min.</i>
<i>Lodo fino</i>	<i>0.01</i>	<i>3.52 h.</i>	<i>58 h.</i>
<i>Bacterias</i>	<i>0.001</i>	<i>14.65 d.</i>	<i>249.1 d.</i>
<i>Coloides</i>	<i>0.0001</i>	<i>4.12 a.</i>	<i>66.59 d.</i>

*Fuente: Coagulación y floculación. Andia, 2000*

**Tabla 5**  
*Tratamientos con Aloe Vera*

<i>DOSIS OPTIMA DE ALOE VERA – DQO(mg/L)</i>								
<i>REPETICIOS</i>	<i>DOSIS</i>	<i>DQO</i>	<i>REPETICIOS</i>	<i>DOSIS</i>	<i>DQO</i>	<i>REPETICIOS</i>	<i>DOSIS</i>	<i>DQO</i>
		<i>mg/L</i>		<i>g</i>	<i>mg/L</i>		<i>g</i>	<i>mg/L</i>
<i>R-1</i>	<i>0.6</i>	<i>20,56</i>	<i>R-2</i>	<i>0.6</i>	<i>20,68</i>	<i>R-3</i>	<i>0.6</i>	<i>20,61</i>
<i>R-1</i>	<i>0.7</i>	<i>25,78</i>	<i>R-2</i>	<i>0.7</i>	<i>25,85</i>	<i>R-3</i>	<i>0.7</i>	<i>25,78</i>
<i>R-1</i>	<i>0.8</i>	<i>29,00</i>	<i>R-2</i>	<i>0.8</i>	<i>29,45</i>	<i>R-3</i>	<i>0.8</i>	<i>29,35</i>

*Fuente: Remoción de materia de Aloe Vera*

### **La sábila (Aloe Vera)**

La palabra Aloe es de origen árabe que significa “amargo y transparente brillante” por su gel, puede sobrevivir en climas cálidos y secos, aproximadamente hay 250 variedades, las cuales son utilizadas en fitoterapia, no obstante, solamente el **Aloe Barbadensis Miller** demostró ser la más útil por su inusual composición química (Canevaro, 2006 ; pags. 6-13)

El Aloe vera es originaria de África, sus hojas tienen una medida aproximada de 0.50 a 0.70 m de altura, con un tallo de 0.30 a 0.40 m de longitud, las cuales tienen bordes espinosos, sus flores tienen forma tubular colgantes amarillos, es una planta adaptada a vivir en suelos con escases de agua por lo cual posee tejidos para almacenar agua, su corteza equivale entre un 20 % a un 30 % del peso de toda la planta y de su estructura, la cual es de un color verde o verde azulado lo cual su existencia poco depende del estado climatológico o nutrición de la planta (Pinto,2017,p. 26).

El Aloe posee en su interior una sustancia conocida como gel o mucilago.

En estudios antiguas se identificaron más de 130 compuestos, como son los polisacáridos quienes poseen cantidades de manosa, glucosa y galactosa. Por otro lado, en los últimos años se profundizó en la investigación de acemanano ( $\beta$ -(1-4)-manano Oacetilados) llamados mucopolisacáridos debido a sus componentes activos.

El cual está siendo utilizado para tratamiento de agua, como desestabilizador coloidal (Razuri,2017,p.15).

### **Origen de la sábila**

Según Silvia Canevaro en 2006, a través de la historia se han propuesto diferentes definiciones de aloe; para los sumerios aloe significaba "virtud mágica", para los egipcios "planta inmortal", para los templarios "lirio del desierto", para la "Armonía curativa" para los antiguos curanderos chinos, y finalmente para los monjes cristianos. , edad han pasado el secreto "planta mágica" de las propiedades medicinales de esta planta Es necesario decir que para el siglo XV el aloe vera se consideraba una planta las plantas necesarias: "Cuatro vegetales esenciales para la salud humana: trigo, vid, olivos y aloe vera".



*Figura 2.* Foto de la sábila (Aloe vera). Fuente de <https://middlepath.com.au>

### **Variedades botánicas de la planta:**

GW Reynolds clasificó alrededor de 250 especies de aloe en 1950. Pero Reynolds ya no incluyó estas variedades en la familia de las Liliaceae como en la clasificación tradicional, sino que creó una nueva familia botánica para el Aloe: el Aloe vera, clasificada de la siguiente manera:

**Tabla 6***Clasificación taxonómica de la sábila (Aloe vera)*

<b>CATEGORIA</b>	<b>TAXONES</b>
<b>Reino</b>	Plantae (Vegetal)
<b>División</b>	Embrioohyta - siphnpgama
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Monocotiledoneae
<b>Orden</b>	Liliales
<b>Familia</b>	Liliaceae
<b>Sub familia</b>	Asfondoideae
<b>Género</b>	Aloe
<b>Especie</b>	Vera
<b>Sinonimo</b>	Barbadensis

Fuente: (Inecc, 2014, p.1). Liliales

#### **Características físicas de la sábila:**

**RAIZ:** es parcialmente superficial, con estructura escamosa.

**HOJAS:** Son largos y angostos con punta en el extremo y puntiagudos - bordes dentados; textura coriácea (similar al cuero, duradero pero elástico); jugosos (jugosos, carnosos); 0,30 – 0,60 m de largo, generalmente reunidos en rosetas densas; coloreados en tonos similares de verde.

**INFLORECENCIA:** de 1.00 a 1.30 m de altura, escasamente ramificado (una o dos ramificaciones laterales).

**FRUTO:** En forma de cápsulas anulares o en descomposición con paredes inconsistentes, que consta de tres válvulas parciales, oblongas y triangulares. (Inecc,2014,p.1).

**FLORES:** Espigas terminales colgantes, amarillas, en forma de campana, de hasta 0,025 m de largo, en tallos cilíndricos, leñosos y sin hojas. (Botanical, 2014 p.1).

Las hojas son largas, grandes, gruesas, a veces lenticulares y espinosas, con tendencia a hincharse o encogerse según el clima seco al que se enfrente, como xerófito puede aguantar entre la absorción y la dispersión del agua por su especial adaptación al almacenamiento Equilibra las raíces y las hojas para filtrar el agua, convirtiéndola en un gel transparente de sabor amargo, buscado por sus propiedades curativas. (Canevaro, 2006, pags. 29-30).

## **Estructura y composición química**

La estructura de la hoja está constituida por el ectodermo o corteza, que está recubierta por una fina cutícula. La corteza constituye alrededor del 20-30 % del peso total de un árbol, y esta estructura es verde o azul verdosa, dependiendo de varios factores, como la ubicación del árbol, el clima o la nutrición. El parénquima, comúnmente llamado pulpa o gel, se encuentra en la parte central de la hoja y representa del 65 al 80 por ciento del peso total de la planta.

Como se estableció, la corteza y pulpa que ocupan toda la superficie interna de las hojas son los túbulos de aloe vera, que son una serie de surcos longitudinales de unos pocos milímetros de diámetro por donde circula la savia de la planta, llamados acíbar. El acíbar puede funcionar permitiendo que el líquido escape del tubo de aloe vera; una sustancia que ha demostrado tener propiedades medicinales, como un laxante.

Esta sustancia contiene un alto contenido de aloína (>28% en base húmeda), una antraquinona derivada del aloe-emodina y glucosa.

Pero en términos de composición química, se informa que la planta de aloe vera consiste en una mezcla compleja de los siguientes compuestos, más de 20 de los cuales tienen actividades beneficiosas para la salud.

Antraquinonas:

- Ácido aloético
- Antranol
- Ácido cinámico
- Barbaloina
- Ácido crisofánico
- Emodina
- Aloe-emodin
- Ester de ácido cinámico
- Aloína

Vitaminas:

- Ácido fólico
- Vitamina b1
- Colina
- Vitamina b2
- Vitamina c
- Betacaroteno

Minerales:

- Calcio
- Magnesio
- Potasio
- Zinc
- Sodio
- Cobre
- Hierro
- Manganeso

Carbohidratos:

- Celulosa
- Galactosa
- Glucosa
- Xilosa
- Manosa
- Arabinosa
- Glucomanosa

Enzimas:

- Amilasa
- Ciclooxidasa
- Carboxipeptidasa
- Lipasa
- Catalasa
- Oxidasa

Lípidos y compuestos orgánicos:

- Esteroides
- Ácidos salicílicos
- Sorbato de potasio
- Triglicéridos

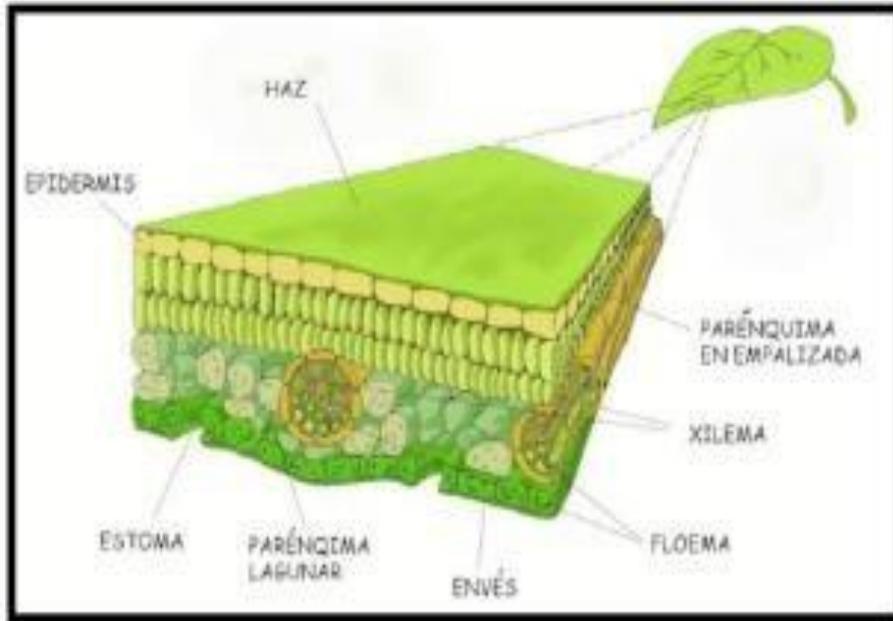
Aminoácidos

- Alanina
- Ácido
- Aspártico
- Arginina
- Ácido glutámico
- Glicina
- Histidina
- Lisina
- Metionina

Químicamente, esta planta se caracteriza por la presencia de componentes fenólicos que son generalmente se clasifican en dos grandes grupos: las cremonas, como la aloensina y las antraquinonas (libres y glicosiladas) como la barbaloina, isobarbaloina y la aloemodina; estos compuestos se hallan en la capa interna de las células epidermales.

La aloína es el componente principal de la planta de acíbar, la cual, debido a su desagradable olor y sabor, segrega una sustancia protectora para ahuyentar a posibles depredadores.

También está involucrado en el control de la transpiración en luz solar intensa. La aloína es un glucósido de antraquinona da acíbar y se usa en productos farmacéuticos, provocando en ocasiones alergias en personas sensibles. **(Dominguez, 2012, p.1)**



**Figura 3.** Anatomía de la hoja de sábila. Fuente del MINEDU.

### **Mucilago**

Es similar al caucho que al entrar en contacto con el agua formara una sustancia viscosa que es fácil de atascar. La membrana mucosa esta compuesta de polisacáridos que normalmente contienen glucosa y galactosa. (Babora R. 2014)

### **Propiedades del gel o mucilago de la sábila**

- Inhibidora del dolor
- Antiinflamatorio
- Coagulante
- Querolítico
- Antibiótico
- Regenerador celular.
- Energético y nutritivo

## **Condiciones climáticas**

Esta planta es muy adaptable a diferentes condiciones ambientales, el Comité Internacional de Aloe Vera especifica que suele crecer en zonas 15° norte y sur del ecuador, sin embargo, se puede encontrar en un rango de climas bastante amplio.

Los climas en los que prosperan van desde los tropicales y subtropicales hasta los desiertos. Se asientan preferentemente en áreas con una temperatura media anual de 18-25°C, una precipitación media anual de 400-800 mm y una tasa de crecimiento anual de 200 mm, que es de crecimiento lento.

La planta se distribuye en bosques ecuatoriales, climas templados y zonas montañosas, y tiene buena adaptabilidad a las características de las zonas significativamente áridas, la intensidad y concentración de los rayos solares, y grandes extensiones de zonas áridas y semiáridas. (Inecc, 2014, p.1).

### **Justificación de la investigación**

Esta investigación analiza la parte ambiental y económica del proyecto: Remoción del arsénico de las aguas del río Moche usando la biomasa obtenida por la sábila activada para dar a conocer que si se puede realizar la remoción de Arsénico en el agua, con la posibilidad de elegir utilizar este material compuesto ya que es una forma innovadora y accesible monetariamente, así mismo este proyecto de investigación beneficiara a todos los pobladores de la zona y de los alrededores ya que se encuentra dentro de un presupuesto accesible para ellos y todos los que deseen utilizar este material compuesto.

### **Problema**

La autoridad nacional del agua según su Informe Técnico N° 015-2013-ANA-DGCRH-VIG/MGSP, muestra los resultados de la calidad del agua de la cuenca del río Santa y sus afluentes de noviembre-diciembre en el año 2013. Para evaluar su estado actual. Se ha registrado que el agua del río Santa está contaminada con metales, los cuales han aumentado debido a pasivos mineros y afluentes que alimentan al río Santa, cambiando su carácter.. En la cual tomaron 40 puntos de monitoreo a lo largo de la cuenca del río Santa y en esta se presenta 13 puntos del monitoreo.

En el río Moche, los resultados de laboratorio registraron a los metales Arsénico (0.0174mg/l) y hierro (1.719mg/l) superando los ECA-categoría.

Es un estudio de la biomasa obtenida por la sábila activada para determinar la remoción del Arsénico de las aguas del río Moche, presentándose como una propuesta de solución para este problema.

Por lo tanto, nos planteamos este problema:

### **Planteamiento del problema:**

¿Cuál será el efecto de la Corteza obtenida de la sábila, activada a partir de la calcinación, en la remoción de Arsénico de las aguas del río Moche

## Conceptualización y operacionalización de las variables

**TABLA 7**  
*Variable dependiente*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Capacidad de remoción de Iones de Arsenico en el Rio Moche Otuzco	La remoción es un proceso que permite la captación activa o pasiva de iones metálicos a través de distintos métodos como adsorción, bioadsorción, etc (Tejada, Villabona, & Garcés, 2015, p.110).	Es el porcentaje de remoción que se logra a través de la combinación de agua arsenico contaminada con o y 4 gr de ceniza de cola de caballo en 1 litro de agua a 15 y 25 min, con una velocidad de 200 rpm.	Tiempo de contacto Tiempo de Reposo Tiempo de Mezcla	Promedio de los porcentaje sde Arsenico

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 8***Variable independiente*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Proporción de cáscara de sábila (aloe vera)	Las soluciones de agua son muestras del lugar elegido, que en este caso sería el Rio Moche, con la finalidad de realizar ensayos de remoción de Arsénico mediante el método de adsorción utilizando la biomasa obtenida por la sábila (aloe vera)	A través del compuesto de la biomasa obtenida por la sábila (Aloe Vera) con los tiempos que se realizara para absorber metales pesados.	Temperatura de activación de cáscara de sábila Dosificaciones de la cáscara de sábila	- Niveles de hidrogeno - Niveles de oxígeno -Concentración másica (g/L)

*Fuente: Elaboración propia.*

## **Hipótesis**

“El efecto la biomasa obtenida por la sábila activada removerá el Arsénico de las aguas del río Moche de cantidades suficientes para alcanzar el estándar de calidad del agua (ECA)”.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar en qué medida

removería el arsénico, utilizando un biofiltro de cáscara de sábila (aloe vera) en agua del Río Moche .

### **Objetivos específicos**

- Localización y ubicación de la zona de estudio
- Determinar los parámetros físico-químico y presencia de arsénico en la muestra patrón.
- Determinar la temperatura de calcinación de la cáscara de sábila (aloe vera) mediante ATD (Análisis Térmico Diferencial).
- Determinar la composición química de la cáscara de sábila (aloe vera) mediante el análisis de fluorescencia de Rayos X.
- Determinar el pH de la cáscara de sábila (aloe vera).
- Determinar la presencia del arsénico y parámetros físico-químico en el agua después en los ensayos experimentales.
- Determinar el nivel de remoción mediante el uso de biofiltro.
- Comparación y análisis de los resultados mediante las pruebas estadísticas.

## METODOLOGIA

### Tipo y diseño de investigación

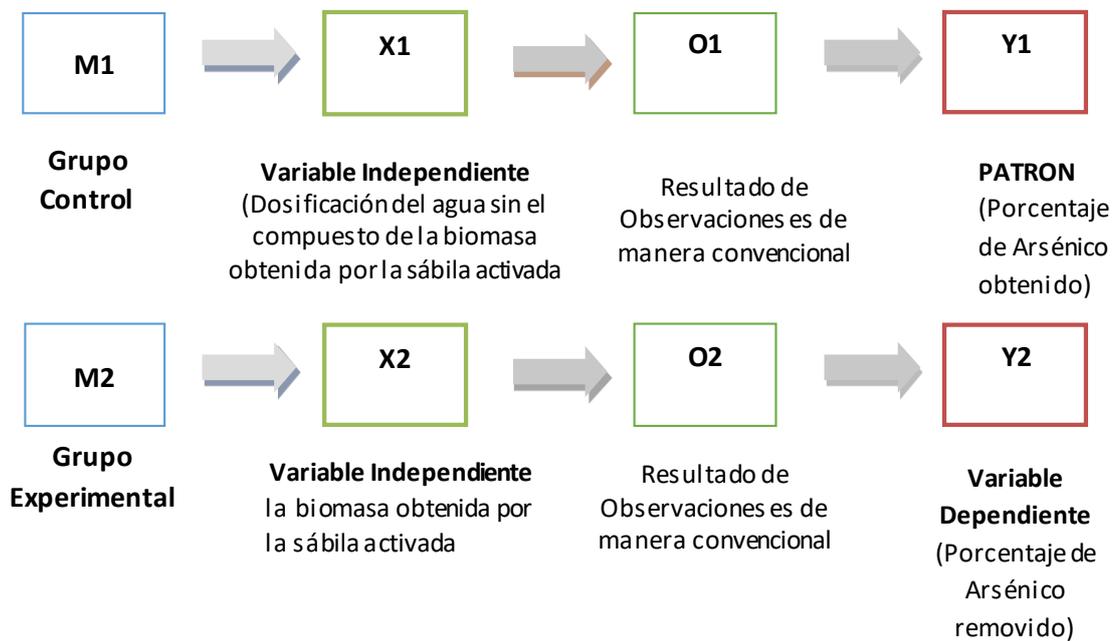
#### Tipo de Investigación

Es Aplicada, ya que los resultados hallados, serán usados para solucionar inconvenientes vinculados al área de hidráulica, generando otra opción de remover Arsénico al adicionar la biomasa obtenida por la sábila activada, esta investigación tiene como propósito determinar la remoción de Arsénico del agua esperando llegar a cumplirla norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), teniendo en cuenta que la cascara de piña tiene un alto porcentaje de lignina el cual permitiría que se adhiera al Arsénico lo cual lo indica que es un material adsorbente.

#### Diseño de investigación

El diseño correspondiente a este estudio se realizará a nivel **cuasi-experimental**, ya que las dos muestras mencionadas serán evaluadas mediante pruebas, los resultados se obtendrán sin agregar ningún componente adicional, y se comparará el **grupo experimental** con el grupo control mediante la adición de Activación de la biomasa obtenida del aloe vera para reducir la cantidad de arsénico, ya que se mejorará la calidad del agua, lo que responde a los siguientes escenarios.

a) La investigación se centrará principalmente en nuestro laboratorio de ingeniería civil en la Universidad de San Pedro, y como investigador, estaré expuesto a pruebas contra objetivos establecidos.



**Dónde:**

**M1:** Muestra 1, Grupo Control (Soluciones de agua del Rio Moche contaminada con Arsénico).

**M2:** Muestra 2, Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del Rio Moche como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar la biomasa obtenida por la sábila activada activado de la cascara de piña utilizando el método de adsorción).

**X1:** Variable Independiente (la biomasa obtenida por la sábila)

**X2:** Variable Independiente (la biomasa obtenida por la sábila activada)

**O1:** Observaciones obtenidas por dicha muestra del Grupo Control, resultados anotados en la guía de observación concreta.

**O2:** Observaciones tenidas por dicha muestra del Grupo Control, resultados anotados en la guía de observación de adición de la biomasa obtenida por la sábila activada)

**Y1:** Variable Dependiente (Porcentaje de Arsénico obtenido)

**Y2:** Variable Dependiente (Porcentaje de Arsénico removido)

## Población y muestra

- **Población**

Muestra de agua superficial (rio Moche) en estado natural.

- **Muestra**

Están constituidos por 3 unidades de un 1 litro de agua cada uno.

Que serán distribuidas 1 litro para el análisis que determine los parámetros físico-químicos y presencia de arsenico para el patrón, 2 litro para después de aplicar la cáscara de sábila (aloe vera).

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recolectar información se usó como instrumento la guía de observación y parámetros que serán analizados mediante cuadros comparativos y gráficos de barras.

### Tabla 9

*Instrumentos del proyecto de investigación*

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Observación</b>	Guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.
<b>Análisis documental</b>	Reporte de monitoreo del agua

*Fuente: Definición de las pruebas*

Al ser Cuasi-Experimental de adopto como Técnica: LA OBSERVACION CIENTIFICA. (Guía de observación resumen como instrumento), en donde se compara la variación de los niveles de plomo que se removerán mediante la solución (de biomasa de sábila)

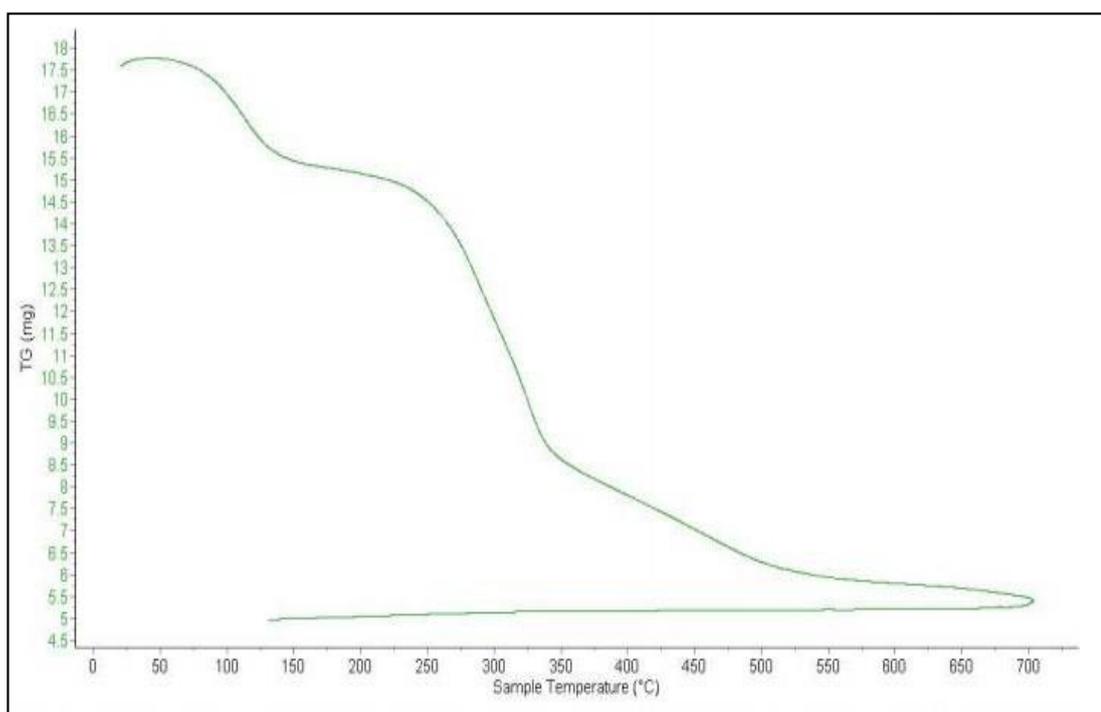
## RESULTADOS

### ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL:

#### Cascara de sábila – Aloe vera:

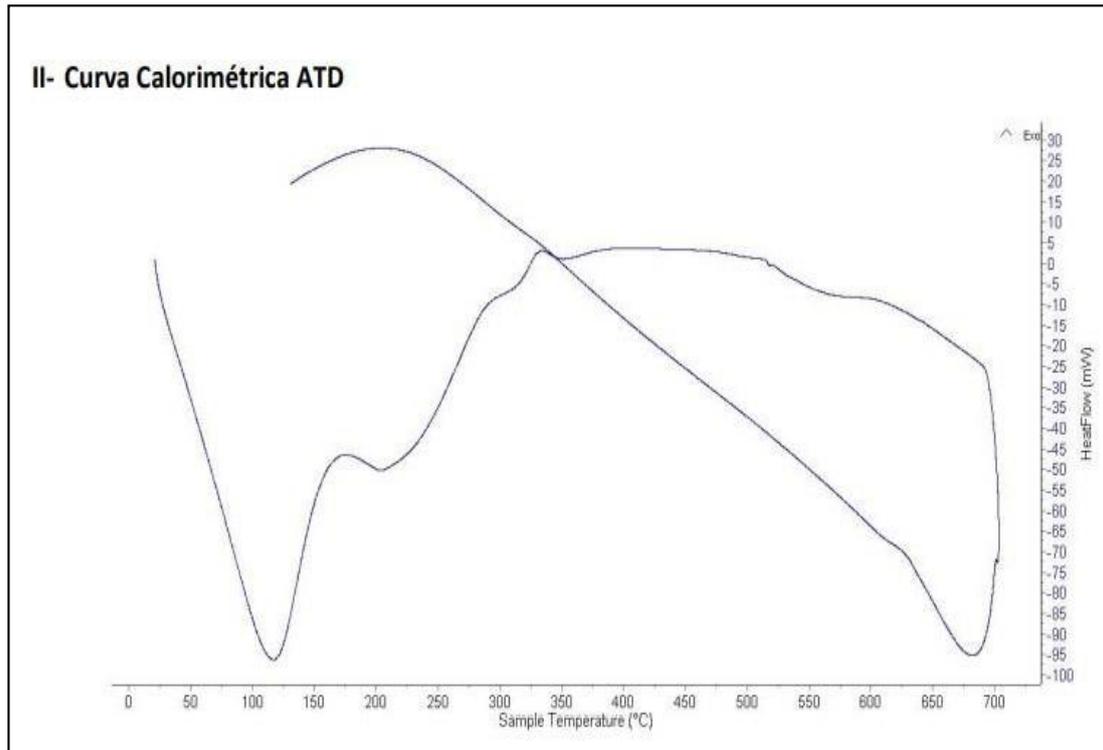
Este ensayo se realizó para obtener la temperatura óptima de calcinación, mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la UNT. Se trabajó con una masa inicial de 17.5 mg.

Los resultados del análisis se muestran en el Grafico 1 y Gráfico 2.



**Figura 4.** Curva de pérdida de masa - análisis termo gravimétrico – cascara de sábila.

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT.



**Figura 5.** Curva calorimétrica dsc – cascara de sábila

### **Composición química de los materiales:**

Para obtener la caracterización del material se sometió a una prueba de Rayos XDE mediante un Espectrómetro de Fluorescencia.

**Cascara de sábila – aloe vera:**

**TABLA 10**

*Fluorescencia de rayos x de corteza de sábila (aloe vera)*

Composición química	Concentración (%)
Na <sub>2</sub> O	41.417
MgO	27.664
K <sub>2</sub> O	17.240
CaO	9.813
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.952
SiO <sub>2</sub>	0.353
SO <sub>3</sub>	0.256
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.129
Cl	0.119
SrO	0.038
MnO	0.014
ZnO	0.005

*Fuente: Laboratorio "LABICER", Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias*

**Potencial de hidrógeno de cáscara de sábila:**

**TABLA 11**

*PH de ceniza de cáscara de Aloe Vera*

MESTRA	ENSAYO
	pH
CENIZA DE CASCARA DE ALOE VERA	10,64

*Fuente: Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C*

### Análisis de la muestra patrón:

**TABLA 12**

*Ensayos físico-químicos y metal pesado patrón Río moche*

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO MOCHE
	<u>X 767531 Y 9123010</u>
S.T.D. (mg/L)	218.5
Turbidez (UNT)	235
Conductividad (uS/cm)	368
pH	3.51
<u>Arsénico (mg/L)</u>	<u>0.20075</u>

*Fuente: Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C*

### Comparación de la muestra patrón y el ECA:

**TABLA 13**

*Comparación de parámetros del agua*

ENSAYOS	MUESTRA MUESTRA PATRÓN RIO MOCHE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (MINSA)	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (MINAM)
S.T.D. (mg/L)	218.5	1000	1000
Turbidez (UNT)	235	5	100
Conductividad (uS/cm)	368	1500	1600
pH	3,51	6,5 a 8,5	5,5-9,0

*Fuente: Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C*

## Análisis de los experimentales:

**TABLA 14**

*Ensayos físico-químicos y metal pesado exp.1*

ENSAYOS	MUESTRA EXPERIMENTAL 1 - AÑADIENDO 5gr. CCS
S.T.D. (mg/L)	23.3
Turbidez (UNT)	18.1
Conductividad (uS/cm)	704
pH	9.3
Arsenico (mg/L)	0.02504

*Fuente: Laboratorio de control de calidad "SEDALIB S.A."*

**TABLA 15**

*Ensayos físico-químicos y metal pesado exp.2*

ENSAYOS	MUESTRA EXPERIMENTAL 2 - AÑADIENDO 6gr. CCS
S.T.D. (mg/L)	22.5
Turbidez (UNT)	0.52
Conductividad (uS/cm)	665
pH	9.19
Arsenico (mg/L)	0.01396

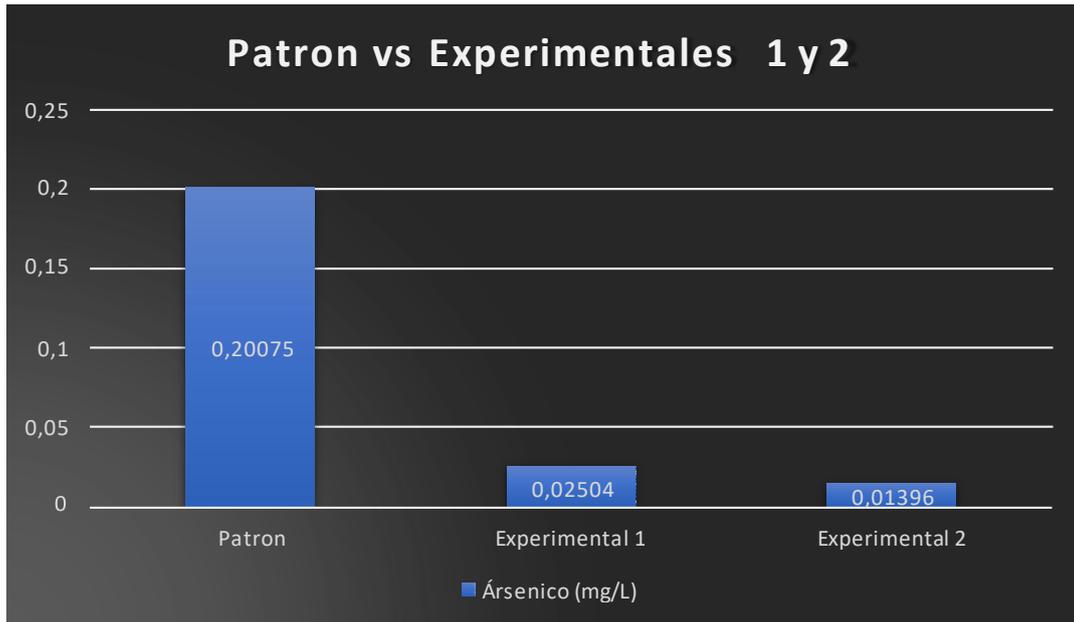
*Fuente: Laboratorio de control de calidad "SEDALIB S.A."*

**TABLA 16**

*Cuadro resumen de resultados*

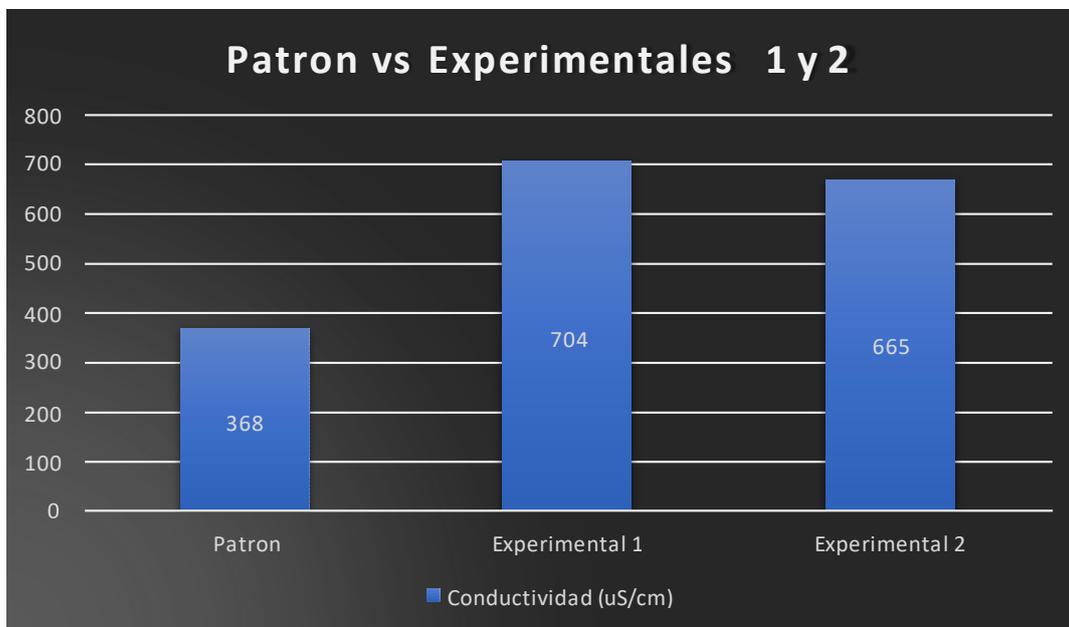
ENSAYOS	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (MINSa)	LIMITE MAXIMO PERMISI BLE (MINAM)	MUE STR A  MUESTRA DE RIO MOCHE	MUESTRA  EXPERIMENTA L 1 – 5 gr. De CCS	MUESTRA  EXPERIMENTA L 2 - 6 gr. De CCS
S.T.D. (mg/L)	1000	1000	218. 5	23.3	22.5
Turbidez (UNT)	5	100	235	18.1	0.52
Conductiv idad (uS/cm)	1500	1600	368	704	665
pH	6,5 a 8,5	5,5-9,0	3,51	9.3	9.19
Arsénico (mg/L)	0.010	0.010	0,200 75	0,02504	0,01396

*Fuente: Laboratorio de control de calidad  
"SADALIB S.A."*



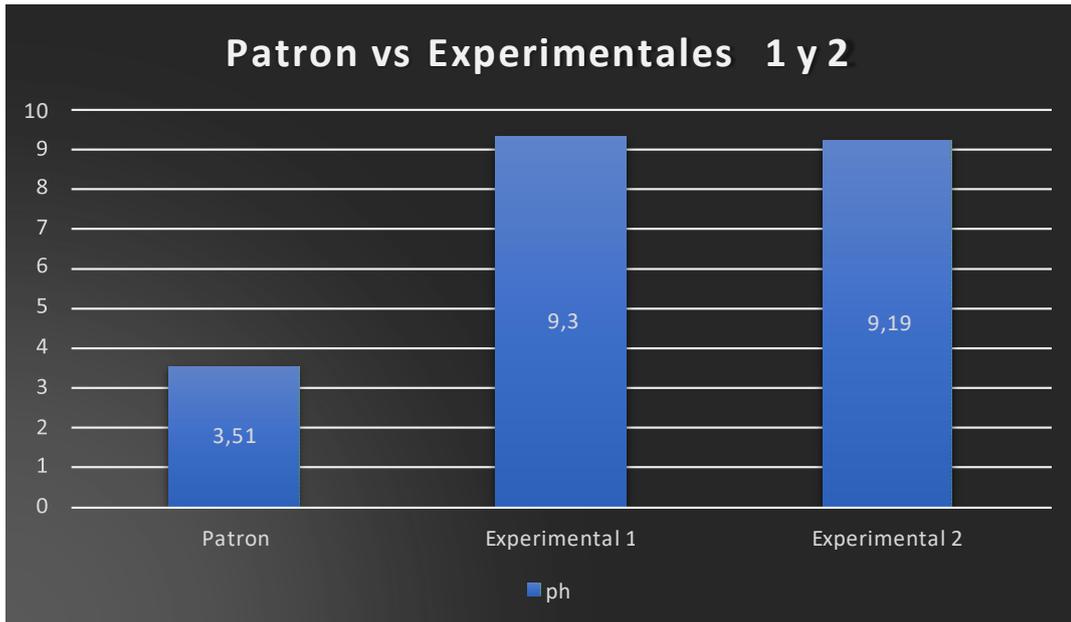
**Figura 6.** Gráfico de barras comparativo de arsénico. (mg/L)

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C



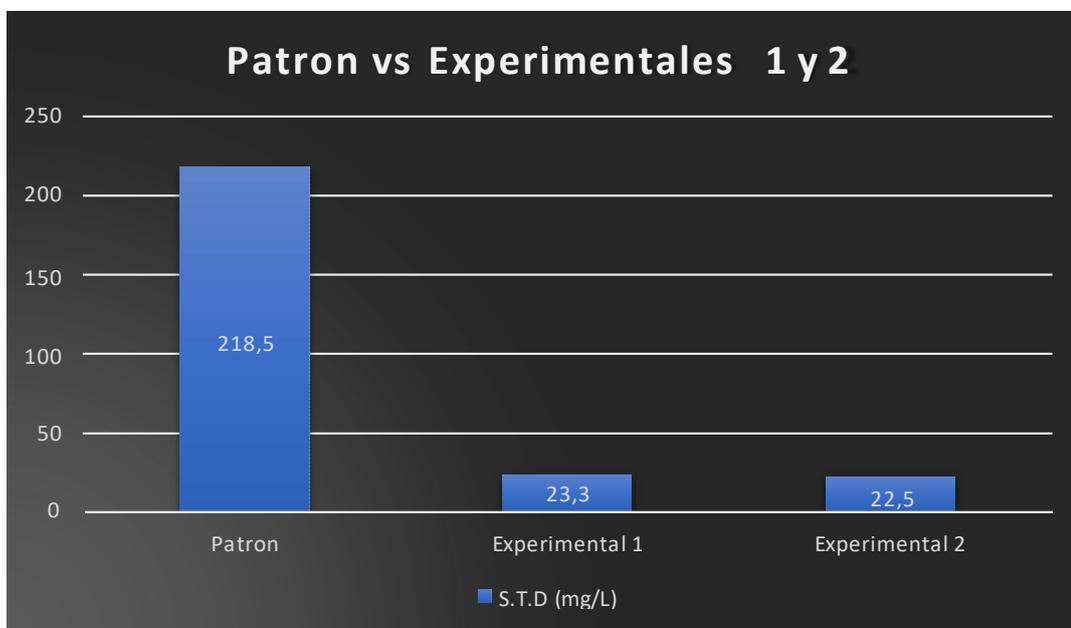
**Figura 7.** Gráfico de barras comparativo de Conductividad (Us/cm).

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C



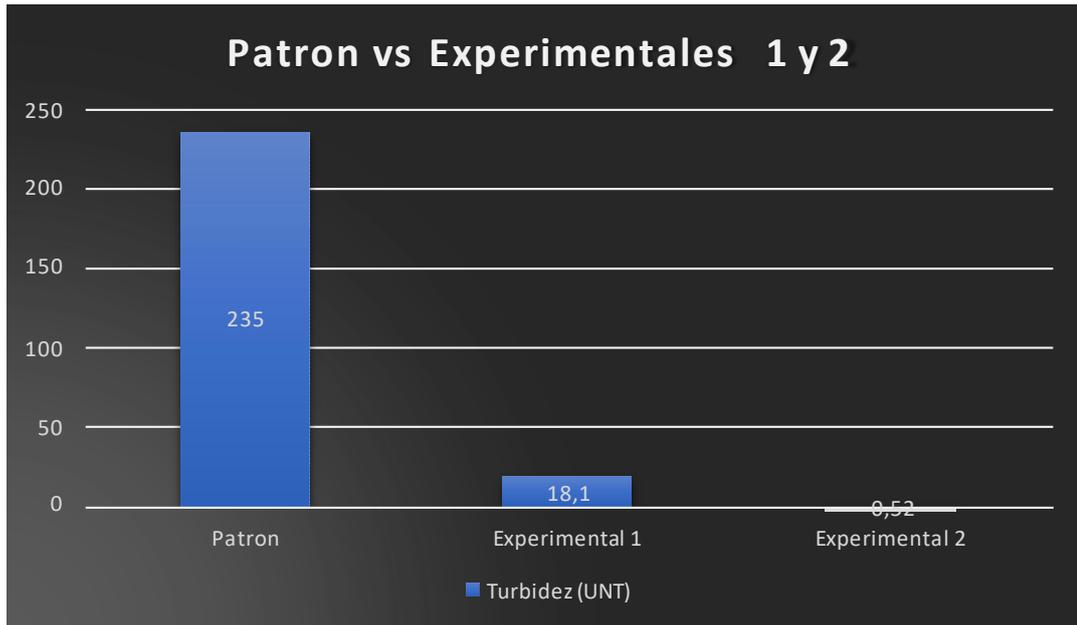
**Figura 8.** Gráfico de barras comparativo de ph.

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C



**Figura 9.** Gráfico de barras comparativo de S.T.D (mg/L).

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C



**Figura 10.** Gráfico de barras comparativo de turbidez (UNT).

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C

## ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Definir el tiempo y grado de calcinación de la cáscara de sábila para eso se efectuó el estudio térmico diferencial y térmico gravimétrico, en el gráfico 1 se muestra que el mayor cambio de pérdida de masa es a partir de los 700°C, mientras que en el análisis calorimétrico se originan dos picos endotérmicos en la gráfica que indican una transformación de fase a 105°C, 210°C y 650°C (Gráfico N°2), dan origen la activación de óxidos. Según (Cabrera, 2017, p.89) la temperatura es de 2 horas a 200°C y luego 550°C por 8 horas sin embargo se consideró a través del ATD 2 horas a 100°C y 8 horas a 500°C para realizar su tratamiento Térmico.

El estudio químico de fluorescencia de rayos X ceniza de la cascara de sábila contiene como elemento primordial el Óxido de Sodio  $\text{Na}_2\text{O}$  con 41.417% del total (Tabla N°5), este compuesto reacciona vigorosa y exotérmicamente con el agua lo que disminuye la acidez del agua, además de ser corrosiva para zonas de ojos, piel y tracto respiratorio. La cáscara de sábila contiene también Oxido de Magnesio  $\text{MgO}$  con 27.664% (Tabla N° 5) este elemento está protegido en soluciones acuosas, es un poderoso agente antiácido y desinfectante que elimina bacterias y virus que pueden adherirse a otras materias en suspensión que generan el aumento de TURBIDEZ.

En la determinación del pH de la ceniza de cáscara de sábila es de 10,64 (Tabla N° 6) el cual permitió estabilizar el pH del agua del RioMoche subiendo el valor del patrón de 3,51 a 9,30 para un tiempo de contacto de 15 min (Tabla N°9) y a 9.19 a un tiempo de contacto de 25 min (Tabla N°10). Esto permite que la solución pase de un estado ácido a uno con alta alcalinidad y se generen los enlaces iónicos. (Aguilar et al, 2009, p.130)

La conductividad obtenida del patrón fue de 369  $\mu\text{s}/\text{cm}$  siendo un agua moderadamente dura (Tabla N°9) el cual se ve que aumenta significativamente respecto al experimental 1 con 704  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y el experimental 2 con 665  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , ambos experimentales son aguas muy blandas. Esto se debe a los enlaces iónicos producidos por el NaO de la ceniza de cáscara de sábila que interactúan con los iones de  $\text{Ca}^{2+}$ , este último es la causa principal de la dureza del agua, a más  $\text{Ca}^{2+}$  más será la dureza del agua y también la conductividad (Solís et al, 2018, p.37). Sin embargo, todas las muestras cumplen los límites máximos permisibles.

La cantidad de Sólidos Totales Disueltos (STD) se puede obtener por la presencia de sales, minerales, metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico menor de 1,5 micras o soluble en agua, los STD encontrados en el patrón fue de 218.5 mg/L el cual se disminuyó en el experimental 1 a 23.3 mg/L y el experimental 2 a 22.5 mg/L, esta disminución en ambos experimentales se produjo debido a que la ceniza de cáscara de sábila cuenta con un 41.417%  $\text{Na}_2\text{O}$  el cual es una sal iónica de oxígeno (Díaz, 2019). También contiene Oxido de Magnesio MgO con 27.664% el cual tiene el ion  $\text{Mg}^{2+}$  siendo un cloruro muy soluble y también una sal inorgánica (Padilla, 2014, p. 22).

## CONCLUSIONES

Existe la presencia del Arsenico cantidad de 0.20075 mg As/l en el agua encontrada en el Rio Moche además de tener parámetros físico-químico con pH de 3.16, solidos totales disueltos de 218.5mg/L, turbidez de 235 NTU y conductividad de 368  $\mu$ S/cm, por lo que esta agua debe ser tratada.

Se determinó que la cáscara de sábila presento un pH de 10,64 lo cual le permitió estabilizar el pH del agua con 5g/L a 15 min y 6 g/L 25 min a 9.30 y 9.19 respectivamente.

Se concluye que el exp.1 cáscara de sábila (aloe vera) con 5 gr. se redujo a 23.3 mg/l el cual representa el 89.34 %, el exp. 2 de cáscara de sábila (aloe vera) con 6 gr se redujo a 22.5 mg/l el cual representa el 86.70% mostrando que se son muy inferiores a los valores establecidos por MINAM y el MINSa que es de 1000 mg/L en lo que respecta a Solidos Suspendidos Totales. Además, el arsénico disminuyo en exp. 1 a 0.2504 y el en el exp. 2 a 0.01396 evidenciándose que son superiores a la norma, la turbidez se mejoró a 18.1 TNU y 0.52 TNU estando muy debajo a lo que indica los valores establecidos por el MINAM. La conductividad se mejoró a 704  $\mu$ S/cm y 665  $\mu$ S/cm manteniéndose muy por debajo de la norma que establece el MINAM y el MINSa.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda cambiar los tiempos de contactos y las revoluciones (200 rpm) entre las partículas y el agua para ver su comportamiento.

Realizar los ensayos variando el tamaño de partícula del biomaterial para observar su influencia.

Investigar la capacidad de reutilización y adsorción de otros metales con el mismo material, como las cáscaras de aloe vera.

Se recomienda realizar un diseño de muestras emparejadas con más muestreos, sacrificando las variantes por las repeticiones.

Buscar un nuevo material que complemente a la cáscara de sábila (aloe vera) y permita la mejora de algunos parámetros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar et al. (2009). *remoción de plomo de soluciones acuosas por titanato de potasio dopado con sílice*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 25(3), 125-132. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n3/v25n3a1.pdf>
- Aguilar, M. (2001). *Análisis de agua - determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba (CANCELA A LA NMX-AA-073-1981)*. BECARIOS ANIQ. Obtenido de <https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/NMX-AA-quimicosgpo2.pdf>
- Ballesteros, J. (2011). Os metais pesados, além de serem altamente tóxicos e persistentes no ecossistema, também se caracterizam por sua ubiquidade, pois podem estar presentes no ar, solo e água, além de serem altamente solúveis, o que permite que sejam facilmente incorporados e. Obtido da Universidade Politécnica Salesiana do Equador: <https://dspace.ups.edu.ec/>
- Buitrón, D. (2015). *BIOSORCIÓN DE CROMO Y NÍQUEL EN AGUAS CONTAMINADAS USANDO QUITOSANO*. Obtenido de REPOSITORIO DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE ECUADOR: <http://www.dspace.uce.edu.ec/>
- Cabrera, L. (2017). *BIOADSORÇÃO DE ÍONS DE CHROMO E CROMO DE ÁGUAS RESIDUAIS UTILIZANDO CASCA DE TOMATE (SALUNUM BEATACEUM)*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/>

- Carro de Diego, L. (2012). *REMOÇÃO DE MERCÚRIO DE EFLUENTES AQUOSOS USANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO: PROCESSO COMBINADO DE BIOADSORÇÃO-REDUÇÃO*.  
Obtenido de Portal del Congreso de la República:[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/27DA7661B6BA4E3705257BF90079F16A/\\$FILE/CarrodeDiego\\_LeticiaM\\_TD\\_2012.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/27DA7661B6BA4E3705257BF90079F16A/$FILE/CarrodeDiego_LeticiaM_TD_2012.pdf)
- Castells, E. (2012). *Tratamiento y Acondicionamiento de Gases*. Obtenido de Diaz de Santos: <https://www.editdiazdesantos.com/>
- Diaz, R. (2019). *Óxido de potasio (K<sub>2</sub>O): fórmula, propiedades, riesgos, usos*.  
Obtenido de <https://www.lifeder.com/oxido-de-potasio/>
- Diomedi et al. (2017). *Antissépticos e desinfetantes: visando o uso racional. Recomendações do Comitê Consultivo de Infecções Associadas à Assistência à Saúde, Sociedade Chilena de Doenças Infecciosas. Revista chilena de infectologia, 34(2), 156-174. Chile*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182017000200010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000200010)
- Enriquez, F. (2013). *COMPORTAMENTO DO HIDRÓXIDO DE SÓDIO E DE POTÁSSIO DE ACORDO COM A UMIDADE E TEMPERATURA AMBIENTE*.
- Franco, A. (2013). *PERFIL AMBIENTAL E EDUCACIONAL DA COMUNIDADE DA VILA EL NARANJITO NO MUNICÍPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DA GUATEMALA. Obtido da Biblioteca Central da Universidade de San Carlos de Guatemala: <http://biblioteca.usac.edu.gt/biblioteca2/index.php>*

- Gargurevich, G. (2018). *Reinventar el cultivo del tomate*. Obtenido de Redagrícola: <https://www.redagricola.com/pe/>
- Gray, T. (2008). *La contaminación por plomo y sus impactos en los derechos humanos*. Obtenido de Center for International Environmental Law: <https://www.ciel.org/>
- Izquierdo, M. (2010). *ELIMINACIÓN DEL METALES PESADOS EN AGUAS MEDIANTE BIOADSORCIÓN. EVALUACIÓN DE MATERIALES Y MODELACIÓN DEL PROCESO*. Obtenido de Tesis Doctorales en Xarxa: <https://www.tdx.cat/>
- Mallampati y Valiyaveetil. (2012). *Application of tomato peel as an efficient adsorbent for water purification—alternative biotechnology?* Royal Society of Chemistry. Singapur. Obtenido de ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY: <https://pubs.rsc.org/>
- Meza y Manzano. (2009). *Características dos frutos do tomateiro arbóreo (Cyphomandra betaceae [Cav.] Sendtn) com base na coloração do arilo, na Zona Andina da Venezuela*. UDO Agricultural Scientific Journal, 9(2). Venezuela. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308209>
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo n.º 004-2017-MINAM.- Aprovar Normas de Qualidade Ambiental (ECA) da Água e estabelecer Disposições Complementares. Retirado do SINIA: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aproban-estandaes-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones-1>*
- Moscoso y Tintin. (2013). *Capacidade de absorção da planta de batata Solanum tuberosum ssp andigena, em solo contaminado com chumbo*. Obtido da Universidade Politécnica Salesiana do Equador: <https://dspace.ups.edu.ec/>

# **Anexos**

**ANEXO N°1**  
**ENSAYO DEL PH A CASACARA DE SÁBILA**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS REGULADOS - PRODUCE

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

**INFORME DE ENSAYO N° 20210313-001**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : PRIETO MARRERO PRISCILLA  
 DIRECCIÓN : A.H. San Pedro Mz 41 Lote 8 Chimbote.  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO  
 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 : 01 muestra.  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-03-13  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-03-13  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-03-13  
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : SS 210313-1

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENZAS DE CASCARA DE ALOE VERA	10,84

**METODOLOGIA EMPLEADA**

pH - Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
 Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras 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 Diferencia por su perechibilidad 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, Marzo 14 del 2021.  
 GVR/jms

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

A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorio  
 001/330 MICROBIOLOGIA  
 L. H. P. 018

COLECBI S.A. CEL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

**ANEXO N°2**  
**ANALISIS DE COMPISICION QUIMICA DE**  
**CORTEZA DE SABILA (ALOE VERA)**



**INFORME TÉCNICO N° 0635 – 21 – LABICER**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : PRISCILLA XIMENA PRIETO MARRERO
  - 1.2 DNI : 73105465
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 / 06 / 2021
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 15 / 06 / 2021
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 16 / 06 / 2021
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CORTEZA DE LA SÁBILA (ALOE VERA)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.0°C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. **RESULTADOS**
  - 8.1 **ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Sodio, Na	30.507	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Calcio, Ca	25.081	
Magnesio, Mg	22.011	
Potasio, K	9.819	
Cloro, Cl	6.383	
Azufre, S	2.783	
Fósforo, P	2.472	
Silicio, Si	0.546	
Hierro, Fe	0.210	
Estroncio, Sr	0.138	
Manganeso, Mn	0.026	
Zinc, Zn	0.023	



<sup>(1)</sup> Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

## 8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, %	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de sodio, Na <sub>2</sub> O	41.417	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva <sup>(1)</sup>
Óxido de magnesio, MgO	27.664	
Óxido de potasio, K <sub>2</sub> O	17.240	
Óxido de calcio, CaO	9.813	
Óxido de fósforo, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.952	
Óxido de silicio, SiO <sub>2</sub>	0.353	
Óxido de azufre, SO <sub>3</sub>	0.256	
Óxido de hierro, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.129	
Cloro, Cl	0.119	
Óxido de estroncio, SrO	0.038	
Óxido de manganeso, MnO	0.014	
Óxido de zinc, ZnO	0.005	

<sup>(1)</sup> Balance de resultados de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

## 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos sólo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.



Bach. David Rojas M.  
Analista  
LABICER -UNI



  
M.Sc. Denia A. Condor Cuyubamba  
Responsable de Análisis  
Jefa de Laboratorio  
CQP 793

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

## ANEXO



FIGURA N°1. Muestra de ceniza de corteza de la sábila

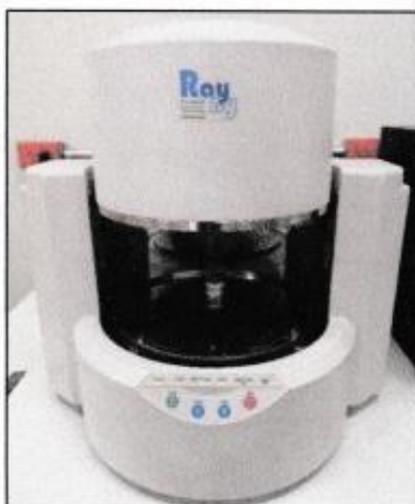


FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva.



**ANEXO N°3**  
**ANALISIS TERMICO POR CALIROMETRICA Y**  
**ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (ATD) DE**  
**LA CASCA DE SÁBILA (ALOE VERA)**



Trujillo, 04 de febrero del 2021

**INFORME N° 04 - febrero-2021**

**Solicitante:** Prieto Marrero Priscilla Ximena – Universidad San Pedro

**RUC/DNI:** 73105465

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cáscara de sábila -Aloe Vera (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	AV-04F	17.5 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 – 700 °C.
- Masa de muestra analizada: 17.5 mg.



**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa



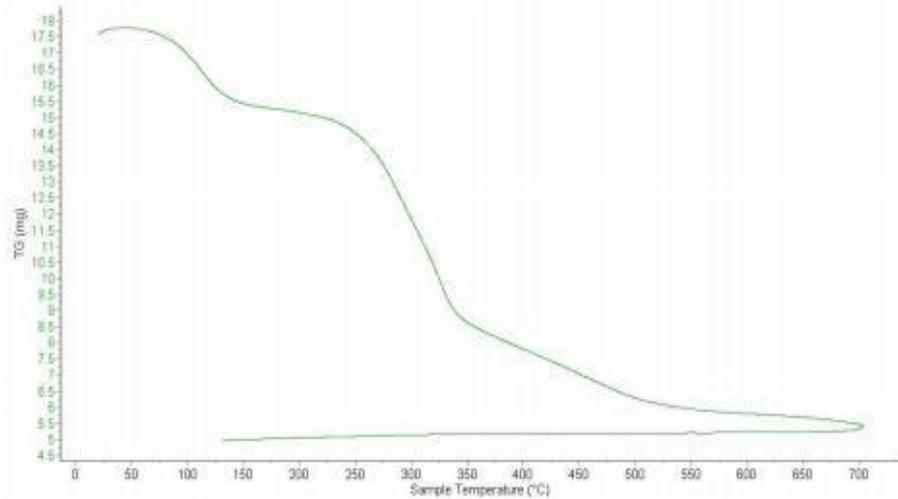
Trujillo, 04 de febrero del 2021

INFORME N° 04 - febrero-2021

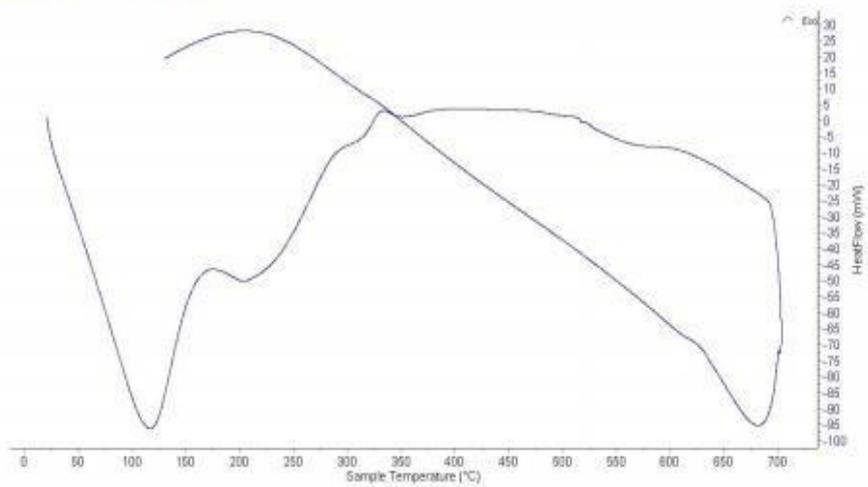


4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 04 de febrero del 2021

**INFORME N° 04 - febrero-2021**

**5. CONCLUSION:**

1. El análisis Termo gravimétrico muestra dos importantes caídas de la masa, la primera caída es muy leve en un rango entre 70 y 130°C, y la caída más fuerte, la segunda, se da entre 240 y 340°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 71% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 120°C y 210°C, posteriormente, se muestra un ligero pico de liberación térmica a 340°C, además de una pequeña banda endotérmica en torno a 550°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 04 de febrero del 2021

Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

**ANEXO N°4**  
**ENSAYO DE BARRIDO DE METALES EN RIO**  
**MOCHE**



**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	: PRISCILLA PRIETO MARREROS.
DIRECCIÓN	: Jr. Monterrey Mz. Ñ Lote 1 AA.HH. San Pedro 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	: SS 201104-6

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	RIO MOCHES Este X 767531 Norte Y 9123010
(**) pH	3,16

(\*\*) 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	0,013
Aluminio (Al)	0,02	>25
Arsenico (As)	0,005	13,460
Boro (B)	0,003	>20
Bario (Ba)	0,003	0,161
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	65,22
Cadmio (Cd)	0,0001	0,0781
Cerio (Ce)	0,009	0,124
Cobalto (Co)	0,0006	0,0532
Cromo (Cr)	0,0003	0,0107
Cobre (Cu)	0,002	10,670
Hierro (Fe)	0,002	>500
Mercurio (Hg)	0,001	<0,001
Potasio (K)	0,1	8,9
Litio (Li)	0,003	0,076
Magnesio (Mg)	0,02	22,39
Manganeso (Mn)	0,0003	17,2040

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/ 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 MOCHÉ Este X 767531 Norte Y 9123010
Molibdeno (Mo)	0,002	<0,002
Sodio (Na)	0,06	22,42
Niquel (Ni)	0,0006	0,0101
Fósforo (P)	0,01	15,23
Plomo (Pb)	0,002	0,902
Antimonio (Sb)	0,003	0,124
Selenio (Se)	0,005	<0,005
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	0,01	>100
Estaño (Sn)	0,003	0,016
Estroncio (Sr)	0,0003	0,4307
Titanio (Ti)	0,0007	0,2623
Talio (Tl)	0,002	0,027
Vanadio (V)	0,001	0,124
Zinc (Zn)	0,002	18,280

**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 afecta al proceso de Diminencia por su perechibilidad 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-HRUEVO  
Rev. 06  
Fecha 2019-07-01

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gerente de Laboratorio  
BIOLOGO MICROBIOL. ODO  
L. S. P. 128  
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/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

**ANEXO N°5**  
**ENSAYOS FISICO QUIMICOS DE PATRON Y**  
**EXPERIMENTALES**

**INFORME DE ENSAYO**
**IE0521012**

Información del Cliente		Información del Ensayo		Información de la Muestra	
Cliente:	PRISCILLA XIMENA PRIETO MARRERO	Responsable Recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Responsable muestreo	PRISCILLA XIMENA PRIETO MARRERO (CLIENTE)
Solicitante:	PRISCILLA XIMENA PRIETO MARRERO	Número de OT:	OTO421012	Plan / Método muestreo	IT730.03 MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
Dirección:	SAN PEDRO MZ 41 LT 08	Fecha Muestreo	25/04/2021	Condición ambiental	Humed. relat(%)= 51
Ciudad:	CHIMBOTE	Fecha recepción:	26/04/2021	Ensayo:	Temperatura (°C) = 26.2
Email:	priscil_sagitaris_4@hotmail.com	Fecha Inicio Análisis:	26/04/2021	Descripción del estado de la muestra a la recepción	
Teléfono:	983063155	Fecha Final Análisis:	04/05/2021	TODOS LOS FRASCOS REFRIGERADOS A UNA T° DE 5.9°C.	
		Fecha Emisión Informe:	06/05/2021		

Sitio de muestreo: 100 mts. Puente Moche Bajo OTUZCO – 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	25/04/2021	25/04/2021	25/04/2021
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+.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
ARSENICO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017	mg As/L	0.0060	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 conservarán en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo 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.

Av. Federico Villarreal N° 1300 - Urb. Semi Rústica El Bosque - Trujillo

Telf: 044 492251 044 492225 / Fax 217

Página:

**ANEXO N°6**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

## **OBTENCION DE LA CORTEZA DE LA SABILA**



*Figura 11.* Google Maps.



*Figura 12.* Extracción de la sábila (aloe vera).

## **PREPARACION DE LA CORTEZA DE LA SABILA**



*Figura 13.* Limpieza y desinfección de la sábila (aloe vera)



*Figura 14.* Se procedió a quitar todo el yodo de la sábila (aloe vera)

**LAVADO DEL MATERIAL PARA EL EXPERIMENTAL**



*Figura 15.* Se procedió a lavar hoja por hoja para su desinfección total con agua destilada.



*Figura 16.* Se dejó orear unos 10 minutos.



**Figura 17.** Se procedió a separar la cascara con la parte del cristal(gel) conjuntamente con las espinas de los bordes.



**Figura 18.** Se procedió a cortar en cuadros la corteza de sábila y se dejaron secar por 10 días a temperatura ambiente en una bandeja cubierta por una malla organza para evitar insectos.



**Figura 19.** Corteza de sábila secada por 10 días.

## TRITURACIÓN DE LA CORTEZA



*Figura 20.* Se procedió a moler los cuadros de corteza de sábila con ayuda del mortero.



*Figura 21.* Se trituro el material con un mortero para reducir su tamaño.

## **PESO DEL MATERIAL**



*Figura 22.* Se tomó 17.5 gr de corteza de sábila molida para el ensayo de Análisis térmico diferencial.



*Figura 23.* Se procedió a realizar la activación aloe vera en la mufla



**Figura 24.** Se procedió a lavar hoja por hoja para su desinfección total con agua destilada.

### **GRANULOMETRÍA**



**Figura 25.** Se realizaron los ensayos en el laboratorio de la universidad san pedro de acuerdo con las indicaciones del asesor.

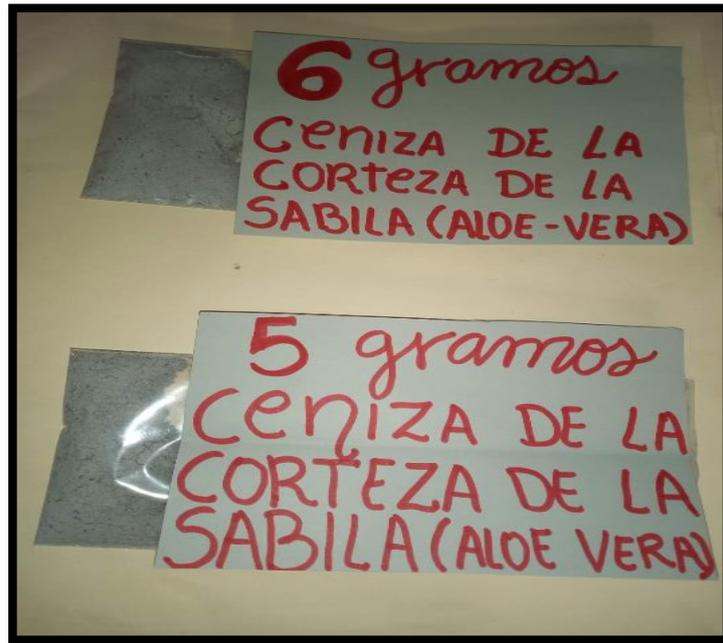


**Figura 26.** Se pasaron por las mallas #40, #50 y #60 el cual tiene granos  $<0.3\text{mm}$  el cual es el tamaño que favorece en la bioadsorción.

### **PESAJE DEL MATERIAL**



**Figura 27.** Pesando las muestras de las cenizas de la corteza de sabila



*Figura 28.* Muestras pesadas y listas para su ensayo de laboratorio.

### **ELABORACION DE BIOFILTRO**



*Figura 29.* Adaptando el prototipo de Biofiltro.



*Figura 30.* Herramientas para la elaboración del biofiltro.



*Figura 31.* Finalizando la elaboración del prototipo del biofiltro.



*Figura 32.* Base del biofiltro.



*Figura 33.* Instalación del biofiltro.



**Figura 34.** Prototipo del biofiltro terminado.

## **ADQUISICIÓN DEL AGUA**



**Figura 35.** (Ubicación Del Rio Moche. 2021). Google Maps.



**Figura 36.** (Ubicación Del Puente Rio Moche Bajo. 2021). Google Maps.



**Figura 37.** (Ubicación Del lugar de la muestra es a 200m dentro, del Puente Rio Moche Bajo. 2021). Google Maps.



**Figura 38.** Google Maps. Ubicación mediante un GPS de la toma de muestras en el rio Moche-Otuzco.



**Figura 39.** (Ubicación De la empresa de SEDALIP. Trujillo 2021).



**Figura 40.** (Ubicación De la empresa de SEDALIP. Trujillo 2021)



*Figura 41.* Visita en dirección a río moche.



*Figura 42.* Puente río moche con los implementos para la recolección de agua.



*Figura 43.* Vista previa a la llegada de rio moche.



*Figura 44.* Recolectando agua para la elaboración del biofiltro.



**Figura 45.** Retiro de agua del rio moche.



**Figura 46.** Recogiendo las muestras de agua.



*Figura 47.* Seleccionando la muestra de agua adecuada.



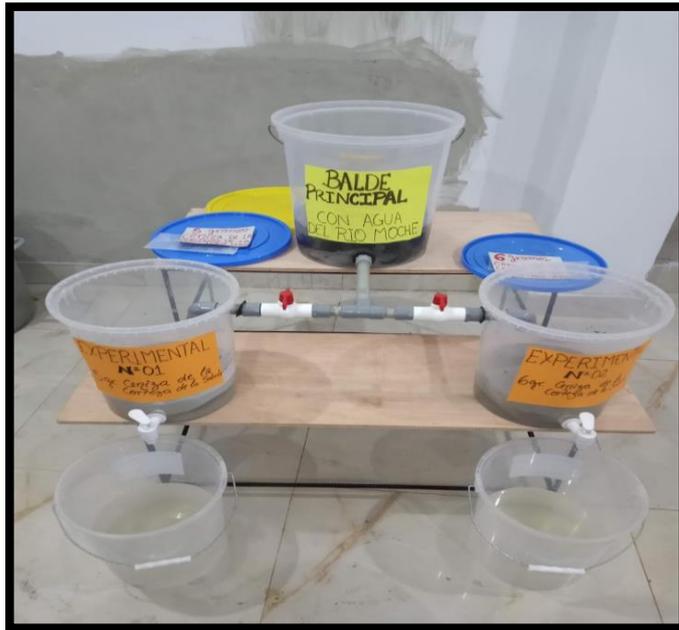
*Figura 48.* Colocando las muestras de agua en caja reservación, para mantener las muestras.



*Figura 49.* Realizando las pruebas de biofiltro.



*Figura 50.* Vista panorámica del biofiltro.



*Figura 51.* Desarrollo de las pruebas del biofiltro.



*Figura 52.* Preparando la grava para biofiltro.



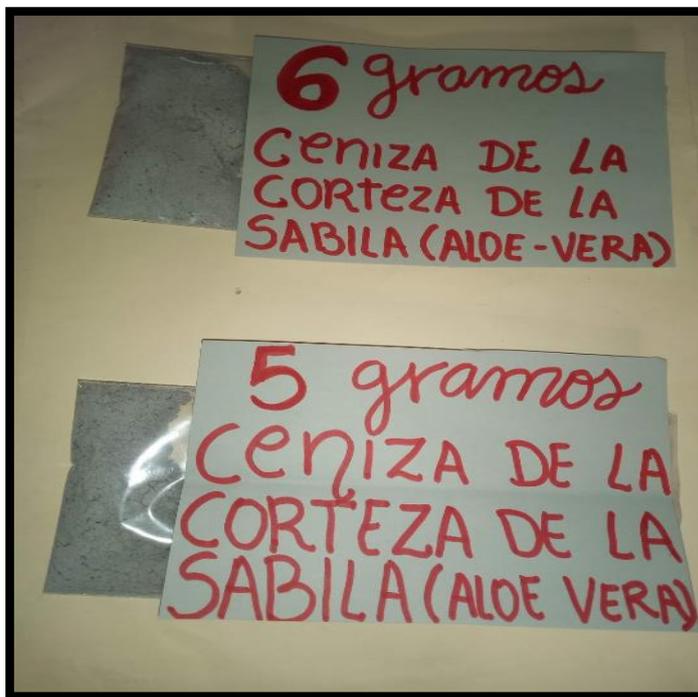
**Figura 53.** Experimental N° 02 de ceniza de corteza de sábila



**Figura 54.** Experimental N° 01 de ceniza de corteza de sábila.



**Figura 55.** Iniciando el proceso de biofiltro con la muestra experimental.



**Figura 56.** La cenizas de sábila listas para ser utilizadas en el biofiltro.



**Figura 57.** Agregando las cenizas de sábila al biofiltro.



**Figura 58.** Mezclando las cenizas con el agua del Experimental N°01.



**Figura 59.** Removiendo las cenizas de sábila con el agua del Experimental N°02



**Figura 60.** Recolectando el agua para su análisis químico.



**Figura 61.** Muestras a ser analizadas en el “Laboratorio de Ensayos Clínicos COLECBI S.A.C”