

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental



“INFLUENCIA DE PH Y CONCENTRACIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ EN LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN UN EFLUENTE MINERO DE LLACUABAMBA –PATAZ.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Autora:

Hayden Milagros Castañeda Contreras

Asesor:

Ing. Mg. Luis Enrique Alva Diaz

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme salud, vida y suficiente sabiduría
durante toda mi carrera profesional.

A mis padres.

Manuel Castañeda y Fidencia Contreras

Porque sin ellos no hubiera logrado mis metas,
por haberme educado para ser la persona que soy,
muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis Hermanos.

Susan, Alan, Merci, por apoyarme y guiarme en cada momento.

A los docentes de la Universidad Privada del Norte.

por sus enseñanzas y sus consejos de superación
personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, Agradecer a Dios por darme la vida y el goce de una buena salud, por iluminar mi mente y bendecirme siempre.

A mi Madre y Padre por brindarme su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera profesional, quienes depositaron toda su apoyo y confianza en mí.

A mi novio Johan Antonio Malqui Meza, que fuiste ese compañero durante estos cinco años de carrera profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	33
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS	41
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de maracuyá.....	21
Tabla 2. Composición de la cascara de maracuyá.....	22
Tabla 3. Coordenadas de ubicación.....	27
Tabla 4. Sistemas de experimentación.....	29
Tabla 5. Caracterización del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, 2019 antes del proceso de adsorción de plomo con cáscara de maracuyá.....	33
Tabla 6 Resultados de concentración de plomo después de aplicar la cáscara de maracuyá según los sistemas de experimentación	34
Table 7 Análisis estadístico de ANOVA.....	37
Tabla 8 Análisis estadístico de TUKEY.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de muestreo.....	27
Figura 2: Obtención y secado de las cáscaras de maracuyá.....	28
Figura 3: Diagrama para la obtención polvo de cáscara de maracuyá y preparación del polvo de maracuyá.....	28
Figura 4. Porcentaje de adsorción del Pb a diferentes concentraciones de pH.....	33

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la influencia de pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en el efluente minero. El trabajo de investigación fue de tipo aplicativo, el diseño experimental mediante el método de la observación evaluando la influencia de pH y cáscara de maracuyá, las muestras del efluente minero fueron analizadas en el laboratorio de análisis instrumental de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte. Los resultados de influencia de pH 3 que presentaron mayor porcentaje de adsorción del plomo es de 88.65 %. Así también, para la concentración de cáscara de maracuyá los mejores resultados se obtuvieron 0.1g donde se tuvo como resultado un 88.65% de remoción. Se concluyo que la influencia de pH y concentración de cascara de maracuyá influyó de manera significativa en la adsorción de plomo del efluente minero, Llacubamba.

Palabras clave: (adsorción, cascara de maracuyá, plomo)

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the influence of pH and concentration of passion fruit peel on lead adsorption in mining effluent. The research work was of an applicative type, the experimental design using the method of observation evaluating the influence of pH and passion fruit peel, the mining effluent samples were analyzed in the instrumental analysis laboratory of the Environmental Engineering degree of the Universidad Privada del Norte. The results of influence of pH 3 that presented a higher percentage of lead adsorption is 88.65%. Likewise, for the concentration of passion fruit peel, the best results were obtained 0.1g where an 88.65% removal was obtained. It is concluded that the influence of pH and concentration of passion fruit peel significantly influenced the adsorption of lead from the mining effluent, Llacuabamba.

Keywords: (adsorption, passion fruit peel, lead)

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente se están presentando una serie de problemas ambientales causados por las distintas actividades del hombre. Uno de ellos y el que mayor impacto tiene es la contaminación del agua, que a medida que el tiempo pasa se va agravando de manera significativa. Esto, muchas veces es causada por la escasa conciencia ambiental de las personas que solamente se preocupan en obtener beneficios económicos sin importar el daño que puedan ocasionar al medio ambiente, mediante la explotación de los recursos que esta nos brinda.

La degradación de la calidad del agua de los efluentes procedentes de las actividades antropogénicas depende del tipo de actividad, así las aguas de uso domésticos se caracterizan por una notable disminución de oxígeno disuelto (OD), los efluentes industriales y mineros, además de la disminución del OD, presentan elevadas cargas contaminantes por contener una gran variedad de productos orgánicos y metales pesados (Muñoz, Contreras, & Molero, 2018, pág. 1).

En el Perú, al igual que en diversos países que se encuentran en vías de desarrollo, se evidencia a mayor escala la contaminación de los recursos hídricos. La actividad minera es responsable de que vaya en aumento la cantidad de efluentes que no son tratados; esto, debido a que, en muchas regiones de nuestro país, existe minería informal que genera efluentes mineros que desembocan directamente en los cuerpos de agua más cercanos a la actividad (Campos, Días, & Obeso, 2018, pág. 2), así mismo, los autores mencionan que en nuestro país las actividades como la minería, curtiduría de pieles, fabricación de pinturas, galvanizado de metales y otras actividades industriales generan considerables volúmenes de efluentes con alto contenido de metales como

plomo, cromo, arsénico, cobre, hierro y zinc, entre otros. Estos efluentes son descargados en las cuencas hidrográficas (lagos, lagunas y ríos), excediendo a menudo los límites máximos permitidos por la legislación vigente.

Si se hace referencia al ámbito local, la región La Libertad posee una cantidad considerable de provincias donde se extrae diversos metales. Este es el caso de la provincia de Pataz, cuenta con grandes empresas mineras dedicadas a la extracción de oro, específicamente en la comunidad de Llacuabamba del distrito de Parcoy, actualmente se vienen realizando actividades de extracción, sin embargo, el agua que sale del interior de las bocaminas no es tratada correctamente y son vertidas a los ríos y quebradas aledañas. Esto, genera una serie de impactos que perjudican directamente a todos los recursos hidrobiológicos.

Frente a todo lo descrito anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo influye el pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en un efluente minero?

La presente investigación es conveniente porque tiene por finalidad aprovechar los residuos orgánicos de las cáscaras de maracuyá y determinar la influencia de pH y tamaño de partícula en la adsorción de plomo en un efluente minero; ya que, hoy en día las mineras y las industrias son responsables de elevados índices de contaminación. Así mismo, este estudio permitirá evidenciar el floculante más eficiente que se puede emplear para tratar un efluente minero de cualquier parte que contenga las concentraciones de metales pesados. Además, servirá de guía para otras investigaciones que tengan los mismos objetivos.

Es relevante porque con este estudio se tendrá alternativas para tratar efluentes mineros contaminados con plomo que al ser reducidos mediante la floculación permitirá su precipitación generando con ello la reducción de daños a la salud de las personas que están expuestas día a día cerca a estos efluentes y evitando enfermedades o deformaciones en el ser humano y seres vivos debido a su potencial bioacumulativos.

El presente estudio es de utilidad metodológica porque va a servir como modelo para aplicar residuos orgánicos de la cáscara de maracuyá en otras localidades con similares problemas en adsorción de plomo en efluentes mineros, aplicando metodologías, etapas y procedimientos para su eliminación

Para elaborar la presente investigación, se ha recopilado información de diferentes estudios; los cuales, han servido para enriquecer nuestras variables, estas se muestran a continuación:

Oré et al., (2015), evaluaron la remoción de los iones de plomo desde soluciones acuosas utilizando marlo de maíz (MRLZ), mediante un sistema batch, en función del tiempo de contacto, dosis del biosorbente, pH inicial de la solución y concentración inicial de la solución de Pb (II). Para la metodología utilizó tres modelos matemáticos (Langergren, Pseudo Segundo Orden y Elovich). Obtuvo como resultados, en el porcentaje de biosorción de Pb (II). El MRLZ posee una capacidad máxima de biosorción en mono capa de 7,9 mg/g. De los resultados concluyo que se logró remover el 97% del Pb (II) contenido en las aguas residuales de mina.

Viteri (2020), tuvo como finalidad analizar la información científica del uso de biomasa agrícola residual como remediadores de aguas contaminadas por metales pesados. Se identificó la biomasa agrícola residual sobresaliente de los estudios realizados en el lapso del tiempo estimado y de esta manera tener una información de alta relevancia científica. Los resultados presentaron una variedad más amplia de mecanismos de acumulación de metales pesados, obteniendo porcentajes 59% reconoce a que un tipo de biomasa agrícola residual (cítrica) remueven Plomo, Cadmio, Zinc y Mercurio de remoción muy eficientes. Concluyeron que el uso de biomasa agrícola residual tiene la capacidad de remover metales pesados en aguas contaminadas.

Vizcaíno y Fuentes (2015), diseñaron un sistema para evaluar la remoción de Cd y Pb, empleando biomasa de algas rojas, cáscaras de naranja (*Citrus sp.*) y tuna guajira (*Opuntia sp.*), estudiaron la influencia del pretratamiento y el empaquetamiento mediante ensayos tipo batch. La eficiencia se determinó mediante un reactor de flujo continuo de columna fija con un volumen líquido de 400 ml, 75 g de biomasa y tiempos de retención promedio de 1 y 2 h. Los resultados mostraron una eficiencia similar de las tres biomazas para remover Cd y Pb, con promedios superiores al 95%, mientras que el Zn se removió con mejor eficiencia (62%) al emplear tuna modificada como solventé. Concluyeron que, frente a soluciones ácidas, garantiza la captura de los metales removidos.

Castro y Romero (2015), evaluaron la capacidad de bioadsorción de la harina de la cáscara de banano maduro para la eliminación de metales pesados y el porcentaje de remoción de metales. Los parámetros utilizados fueron el tamaño de partícula de la cáscara de banano (845 μm , 400 μm y 250 μm) y la cantidad del polvo de cáscara de banano (10, 15 y 20 g/L). Prepararon soluciones

con diferentes concentraciones de harina de cáscara de banano con tres diferentes tamaños de partícula, adicionando otras soluciones de 50 ppm de plomo (II) y 50 ppm de Cr (VI). Los resultados mostraron un porcentaje máximo de bioadsorción de $80 \% \pm 1,75$ para el plomo (II) y $51,2 \% \pm 5,48$ para el cromo (VI). Concluyeron que, a mayor concentración de cáscara, mayor % de bioadsorción de Pb (II).

Gonzales y Guerra (2016), realizaron estudio preliminar de la adsorción de plomo y zinc en agua con cáscaras de plátano (*Musa Sapientum*) utilizadas como filtro. Propusieron la elaboración de un filtro a base de polvo de cáscara de plátano (*Musa Sapientum*). Trabajaron con 2 muestras a diferentes temperaturas (35, 50, 65 y 80°C) y con diferentes velocidades de agitación (50 y 80 rpm). Obtuvieron resultados de Plomo y Zinc con 79,76% y 66.37% respectivamente, en condiciones de velocidad de agitación de 80 rpm, y una temperatura de 80 °C. Concluyeron que la cáscara de plátano (*Musa Sapientum*) posee capacidad de adsorción para plomo y zinc en agua.

Bravo y Landa (2020), tuvo como objetivo principal determinar el efecto del pH en la adsorción de cromo hexavalente por la pectina de Citrus reticulada en soluciones sintéticas. Se aplicó un diseño experimental conformado por 10 tratamientos divididos en dos grupos con concentraciones de 10 mg/L y 20 mg/L de sulfato básico de cromo. Teniendo como resultados el porcentaje de remoción fue de 78 %, 80% a un pH 4 y 5 y 88% a un pH 3 y 6. Concluyeron que el pH es un parámetro fundamental en el proceso de adsorción y la pectina de Citrus reticulada es un bioadsorbente optimo en la remoción de cromo hexavalente.

Tejeda et al., (2014), estudiaron la modificación química y física de biomasa (*Citrus sinensis* y *Musa paradisiaca*) para la adsorción de metales pesados en solución. Su principal objetivo fue determinar que parámetros conducen a la remoción de metales usando bioadsorbentes. Trabajaron con residuos lignocelulósicos que lavaron con agua destilada a 60°C por 30 minutos, luego lavaron con 1,5 volumen de etanol de 70°, a 50°C por 30 minutos todo bajo una agitación de 100 rpm. Esto se realizó con el fin de extraer partículas y polímeros del desecho. Concluyeron que las condiciones de adsorción más favorables para este proceso se dieron a un valor de pH 3 y un tamaño de partícula de adsorbente de 0,425 núm.

Romero y Alcántara (2017), en su investigación eficiencia del uso de pepa de aceituna en la biosorción de metales Plomo y Zinc en efluentes de la unidad minera utilizaron pepa de aceituna molida con la finalidad de disminuir la concentración de metales Plomo y Zinc en efluentes utilizando el método de un sistema discontinuo y con agitación constante. Dicho proceso se realizó con tiempo de agitación de 60 y 90 minutos para distintos pesos de pepa de aceituna (5 g y 10 g) por cada 2L de muestra de efluente. Obteniendo así en promedio una eficiencia del 96,1% para el Plomo y 87,6% para el Zinc. De esta manera concluyeron que la pepa de aceituna es eficiente para la absorción de metales Plomo y Zinc en efluentes mineros.

Lozano et al., (2015), tuvo como objetivo determinar la dosis óptima de coagulantes para procesos de clarificación a nivel de laboratorio. Para hacer la extracción del coagulante utilizaron pencas de nopal recolectadas de una zona rural. Como coagulante primario utilizaron Sulfato de aluminio (Alumbre). Obtuvieron resultados con las proporciones más bajas del coagulante natural respecto al coagulante primario sulfato de aluminio, y a una mayor velocidad de agitación en el

proceso de clarificación. Concluyeron que el coagulante natural extraído del Nopal lograba una remoción de la turbidez del agua hasta 1,78 NTU.

Sernaque (2018), evaluó la eficiencia de los floculantes orgánicos en la biosorción de plomo y cadmio, trabajo a tres concentraciones en caso de Pb a 0.2, 0.5 y 1 mg/l y para cadmio a 0.05, 0.25, 0.5mg/l. Utilizó el test de jarras para el primer tratamiento de las muestras, considerando constante el volumen de un 1L, mientras que la concentración del floculante orgánico vario lo trabajó a 5 dosis diferentes para todas las frutas (0.5g, 1g, 1.5g, 2g y 2.5g). Determinó que la dosis con mayor eficiencia se presenta con 2.5g para cada floculante natural. Concluyó que los floculantes orgánicos en la remoción de plomo y cadmio tienen una eficiencia de 28.37% a 89.18%, siendo la carambola quien presento un 11.67% una menor eficiencia en la remoción de plomo mientras que la manzana tuvo una eficiencia de 89.18%.

Castro (2015), tuvo como objetivo evaluar la capacidad de bioadsorción de la harina de la cáscara de banano maduro (HCBM) para la eliminación de metales pesados y el porcentaje de remoción de dichos metales. El estudio consistió en preparar soluciones con diferentes concentraciones de harina de cáscara de banano con tres diferentes tamaños de partícula, adicionando otras soluciones de 50 ppm de plomo (II) y 50 ppm de Cr (VI). Durante el proceso de bioadsorción se midió el pH cada 8 horas. Se obtuvo que en la bioadsorción de Pb (II) con diferentes concentraciones de cáscara de banano, a mayor concentración de cáscara, mayor % de bioadsorción de Pb (II); el pH ligeramente ácido (6,9 y 5,4). Concluyeron que la banana tiene capacidad de bioadsorción, debido a su grado de protonación de la superficie de la cáscara.

Marco Conceptual

Adsorción

Sernaque (2018), lo define como un proceso de sólidos disueltos, líquidos y gases donde las moléculas, átomos y iones son retenidos en una superficie, es decir, la adsorción es un proceso en el cual un contaminante es eliminado del agua por medio del contacto con una superficie sólida.

Tipos de adsorción

Dentro del fenómeno de adsorción se pueden distinguir dos comportamientos límites, denominados:

- **Fisiorción:** Es la adsorción que tiene lugar debido a las fuerzas de Van der Waals fuerzas que se establecen entre moléculas o átomos y que no se pueden considerar ni como enlaces covalentes ni como enlace puramente iónico, la adsorción de la mayoría de las sustancias orgánicas en el agua con carbón activo es de naturaleza física. (Ríos, 2014, Pág., 24).
- **Quimisorción:** La quimisorción, o adsorción activa se produce cuando la especie adsorbida sufre una transformación o una modificación debida a las interacciones químicas con el adsorbente, más o menos intensa. La adsorción queda restringida a una mono capa con necesidad de energía de activación mayor. (Ríos, 2014, Pág., 24).
- **Bioadsorción:** La adsorción es un proceso en el que utilizan residuos orgánicos como material adsorbente que retiene y concentra en su superficie sustancias y compuestos químicos de diversa naturaleza, para remover concentraciones de metales pesados. (Sernaque, 2018, pág. 30).
- **Bioadsorbentes:** Es un proceso de adsorción que consiste en la captación de diversas especies químicas por una biomasa (viva o muerta), son materiales provenientes de la flora microbiana,

algas, plantas, biomasa residual, productos agroindustriales o algunos biopolímeros, que son capaces de adsorber directamente el metal de forma iónica de la solución. (Tovar et al., 2014, pág.5).

- **Adsorbato:** Ríos (2014) lo define como una sustancia líquida que contiene metales en la superficie de un adsorbente el adsorbato se adhiere sobre la superficie del adsorbente por un proceso de adsorción.
- **Adsorbente:** Un sólido que retiene sobre su superficie un componente presente en corrientes líquidas o gaseosas, esto resalta por su inercia química al medio en el que se van a utilizar, como la cáscara de maracuyá en polvo. (Ríos, 2014, Pág., 19).
- **Isotermas de Adsorción:** relacionan la cantidad de un determinado componente adsorbido en una interface con la concentración de un componente en el seno de una fase. (Tovar et al., 2014, pág.6).
- **Cinética de bioadsorción:** Es la capacidad con adsorción con equilibrio para disminuir su capacidad de hidratación o hinchamiento y esto implica que produzca la lixiviación del polisacárido al encontrarse en medio acuoso. (Sánchez et al., 2014, pág.2).
- **Biomateriales:** Son sometidos a tratamientos fisicoquímicos sencillos y de bajo costo, con el fin propósito de mejorar la capacidad de adsorción en los procesos de aplicación como remoción de metales pesados. (Tovar et al., 2014, pág.5).
- **Biosorción:** Depende de la protonación o deprotonación de grupos carboxílicos. A bajos valores de pH Cuando el pH se incrementa, más grupos funcionales están disociados y se convierten en provechosos iones Pb (II) y enlazantes, esto debido a que hay menos competencia de iones hidrógeno en la solución (Cardona et al., 2013, pág. 7).

- **Tamaño de partícula:** Es uno de los parámetros que intervienen en el proceso de adsorción dado que el área de superficie aumenta con una disminución en el tamaño de la partícula que nos van a proporcionar sitios de unión para lograr la adsorción. (Pathak y Sachin, 2015, pág.56).
- **Influencia por el tamaño de partícula:** Este parámetro es muy importante ya que actúa directamente en el proceso a menor dimensión de partícula habrá mayor disponibilidad para que la reacción se de y así obtenga una menor difusión. (Tovar et al., 2014, pág.5).
- **Efecto del tamaño de partícula:** La adsorción es fundamental en el interior de la partícula, sobre las paredes de los poros en específicos puntos; la cantidad de soluto que se puede adsorber es proporcional al volumen, y el volumen proporcional al área externa y también una partícula pequeña tiene mayor área superficial, se relaciona que a mayor área la superficie interna por su cantidad de poros y unidad de masa. (Tovar et al., pág.5).
- **Efecto de pH:** El pH de la solución acuosa es un parámetro muy importante ayuda a controlar los procesos de adsorción de los metales en diferentes puntos adsorbentes, los iones hidrógeno se constituyen en un adsorbato fuertemente competitivo. La adsorción de iones metálicos depende de la naturaleza de la superficie adsorbente y especies químicas del metal en la solución acuosa (Candelaria et al., 2015, pág. 6).
- **Presencia de otros Iones:** La presencia de otros iones en la disolución hace que puedan competir con el metal en el interés de las zonas de adsorción (Candelaria et al., 2015, pág. 8).
- **Metales pesados:** Son elementos químicos capaces de transportar calor y electricidad, se caracterizan por ser tenaces, dúctiles y cuentan con una correcta resistencia mecánica. (Sernaque, F. 2018, pág. 12).

- **Toxicidad:** Se denomina toxicidad a cualquier sustancia que produce efectos perjudiciales dañinos sobre los seres vivos (Sernaque, F. 2018, pág. 12).
- **Plomo:** Es un metal que se está utilizando por muchos años debido a su firmeza a la corrosión, facilidad para formar aleaciones, el plomo es un metal insoluble en agua, tiene un color plateado con un tono azulado y es resistente a la corrosión, Según la tabla periódica el plomo es divalente tiene 82 de numero atómico, una densidad relativa de 11.4 g/cc y un peso atómico de 207.19 (Sernaque, F. 2018, pág. 76).
- **Cáscaras de maracuyá:** Es una fruta tropical de América del Sur, siendo Perú uno de los mayores productores, gracias al clima diverso y semi cálido que presenta. Existen diversos tipos de maracuyá, pero en el país se han cultivado de forma más extendida el maracuyá amarillo. Esta fruta posee un jugo ácido y aromático, además es una fuente de vitamina A, niacina y riboflavina (Amaya, 2009, Pág. 5).
- **Propiedades del maracuyá:** Se puede decir que todo el peso de la fruta se encuentra en la cáscara y en la semilla, es por eso que las compañías que desechan estos residuos, deben aprovecharlos para generar un valor agregado, y por consiguiente generar mayor utilidad (Chung et al., 2018, pág. 17).

Tabla 3.

Composición química de maracuyá

Variable	En base seca %
Extracto libre de Nitrógeno (ELN)	44.53
Calcio	0.37
Fosforo	0.12
Celulosa	26.72
Hemicelulosa	9.11

Nota: ELN=, extracto libre de Nitrógeno, se muestra la composición química del maracuyá.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4:

Composición de la cascara de maracuyá

Parámetros	Resultados %
Materia seca	87.50
Materia Orgánica	91.43
Proteína	7.10
Cenizas	8.57
Grasa	2.87
Fibra	39.74

Nota: Se muestran los parámetros y composición de la cascara de maracuyá y su resultado en porcentaje de cada parámetro.

Fuente: Elaboración propia

- **Evolución de consumo de maracuyá:** Anteriormente, los residuos agroindustriales no eran tomados en cuenta, se consideraban como restos de basura y no le daban el verdadero valor que poseían, la mayoría de las empresas que trabajan con productos agrícolas desechaban estos residuos, los cuales pueden ser utilizados de forma adecuada como materia prima para la obtención de otros productos innovadores (Chung et al., 2018, pág. 18).
- **Marco Normativo**
 - **Decreto Supremo N° 010-2010 MINAM-Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes Líquidos de actividad minero-metalúrgicas:** Es el decreto donde se manifiesta los límites máximos permisibles para efluentes mineros, los cuales son necesarios para determinar la concentración de componentes o sustancias presentes en el agua minera, que si en caso llegue a exceder podría ocasionar daños en la salud pública o en los ecosistemas acuáticos. Que, el artículo 32° de la ley N°28611 modificado por el Decreto Legislativo N° 1055, establece

que la determinación del Límite Máximo Permisible - LMP, CORRESPONDE EL Ministerio del Ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por este y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental; Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 dispone que los parámetros de contaminación Ambiental con la finalidad de determinar niveles de calidad.

- **Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM-Decreto supremo que aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales:** Es el decreto donde se manifiesta los límites máximos permisibles para efluentes, los cuales son necesarios para determinar la concentración de componentes o sustancias presentes en el agua residual, que si en caso llegue a exceder podría ocasionar daños en la salud pública o en los ecosistemas acuáticos.
- **Ley N° 29338.- Ley de recursos hídricos:** La presente ley busca la gestión integrada del recurso hídrico y sus bienes naturales y artificiales, garantizando a su vez la protección de los recursos naturales, ecosistemas y el ambiente.
- **Ley N° 28611.- Ley general del ambiente:** Esta ley comprende la regulación de diversos instrumentos que contribuyen a una gestión ambiental sostenible, por ello muestra detalladamente aspectos de los derechos y deberes que cada persona tiene en relación con el medio ambiente. De acuerdo con lo previsto en el artículo 113° de la ley N° 28611, Ley General del Ambiente, todo titular minero tiene el deber de minimizar sus impactos sobre las aguas naturales, para lo cual debe limitar su consumo de agua fresca. No está permitido diluir el efluente líquido con agua fresca

antes de su descarga a los cuerpos receptores con la finalidad de cumplir los LMP establecidos en el artículo 1° del presente Decreto Supremo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en un efluente minero?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia del pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en un efluente minero de Llacuabamba-Pataz, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características de pH, Temperatura y concentración de plomo del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, 2019 antes del proceso de adsorción de plomo con cáscara de maracuyá
- ✓ Determinar las características de pH, Temperatura y concentración de plomo del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, 2019 después del proceso de adsorción de plomo con cáscara de maracuyá
- ✓ Comparar si las concentraciones de plomo del efluente minero Llacuabamba- Pataz, cumplen con los LMPs.
- ✓ Determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a través de análisis estadísticos de Tukey

1.4. Hipótesis

H0: El pH y concentración de cáscara de maracuyá no influyen en la adsorción de plomo en un efluente minero.

H1: El pH y concentración de cáscara de maracuyá influyen en la adsorción de plomo con cascara de maracuyá en un efluente minero.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y Diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada de naturaleza experimental, que presenta la manipulación de la variable independiente, mediante este motivo para obtener cambios en la variable dependiente de la investigación. (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122).

El diseño de investigación es pre- experimental puesto que en el diseño de preprueba - posprueba con un solo grupo, se aplica una prueba previa al estímulo, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (HERNÁNDEZ et. al, 2014, p.122).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1 Población

Recurso hídrico del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, La libertad.

Las coordenadas de la zona son: 08°02'08" de latitud sur y 77°27'12" de longitud oeste.

2.2.2 Muestra

3 litros de muestra del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, La Libertad las cuales serán distribuidas en 6 envases de 500 ml cada una.

Coordenadas UTM del punto de muestreo fueron X: 23134531 Y: 91009283.33

0000

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas de recolección de datos

2.3.1.1 Observación: Mediante este método usado se permite captar información relevante de manera sistemática y centrándose en los diversos sucesos que fueron registrados mediante una hoja de campo todos los datos captados. Revisión bibliográfica, toda la indagación captada es

adecuadamente recolectada en este medio, para la mejora de la indagación se basó en libros, revistas, artículos, tesis, entre otros que son confiables para la indagación.

2.3.1.2 Muestreo de agua residual de mina: Es una técnica que permite recoger la muestra de forma adecuada de un punto estratégico del efluente minero; que posteriormente fue transportada al laboratorio de la Universidad Privada del Norte, para el análisis de sus parámetros físicos y químicos.

2.3.2 Instrumentos de recolección de datos

2.3.2.1 Ficha técnica:

- Hoja de campo para muestreo: Instrumento que contiene los datos del sitio de muestreo tales como: Tipo de sitio donde se realiza el muestreo, características generales del sitio y condiciones hidrológicas.
- Fichas de recolección de datos: Es aquel método que permite registrar datos obtenidos campo y laboratorio, para luego procesarlo y expresarlo en las fichas elaboradas en la presente investigación.

2.3.3 Análisis de datos

Para comprender los valores obtenidos se procedió a hacer un procesamiento de los datos a través de técnicas gráficas y estadística descriptiva y para el análisis de datos se procedió a utilizar la estadística diferencial a través de un diseño completamente al azar teniendo en cuenta como variable de entrada el pH y concentración de cáscara de maracuyá, los cálculos fueron realizados

a través del programa Excel, utilizando la herramienta ANOVA el cual permitió descubrir si los resultados de la pre-experimentación son significativos, es decir, permitió determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa (ver Anexo 16)

2.4. Procedimiento

2.4.1 Procedimiento para obtener la muestra de agua

2.4.1 Ubicación del punto de muestreo: La muestra fue recogida en un punto donde converge toda el agua del efluente minero, las coordenadas del lugar se presentan a continuación:

Tabla 3

Coordenadas de ubicación

Punto de muestreo	Zona: 18 L
	X: 231345.31
Coordenadas UTM	Y: 9109283.33

Fuente: propia

2.4.2 Recopilación de la muestra: Se utilizó 6 envases de polietileno de 500 ml de agua para recoger las muestras del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, La Libertad. Posteriormente, en un cooler se colocaron ice pack para mantener la temperatura adecuada de las muestras que van a ser transportadas (Anexo 06).

Se utilizó la técnica de muestreo para las aguas residuales según la R.M 2254/2017/DIGESA/SA: Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales.



Figura 1: Mapa de ubicación de la zona de muestreo

2.4.3 Obtención de la cáscara de maracuyá

Las cáscaras se obtuvieron de manera factible y accesible, ya que fueron encontradas en abundancia en el mercado la Hermelinda, Trujillo.



Figura 2: Obtención y secado de las cáscaras de maracuyá

2.4.4 Obtención del tamaño de partículas y preparación del polvo de maracuyá

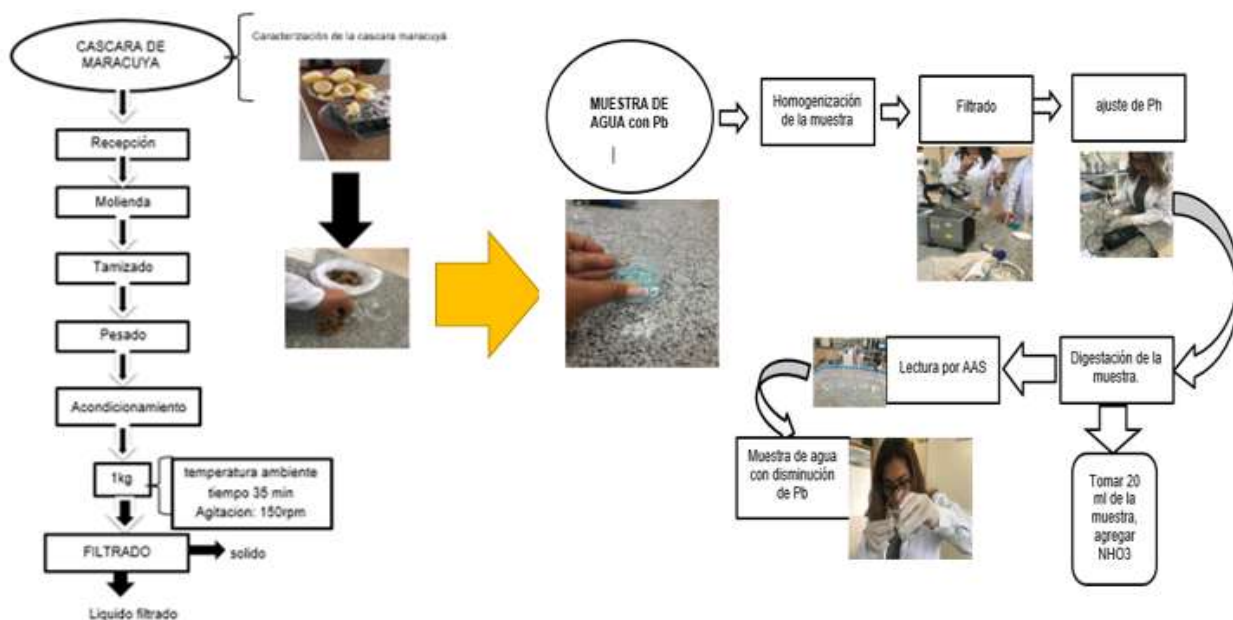


Figura 3: Diagrama para la obtención polvo de cáscara de maracuyá y preparación del polvo de maracuyá

2.4.5 Preparación del adsorbente de la cáscara de maracuyá

Después de recolectadas las cáscaras de maracuyá, éstas fueron secadas por 7 días al sol y a temperatura ambiental. Se llevaron a estufa del laboratorio de la Universidad Privada Del Norte por 24 horas y luego pasaron por un molino. Para el proceso de tamizaje se usó tamiz con tamaño de poro de 10 μ . Se recolectaron 10 unidades y cada una fue procesada de manera independiente. Una vez obtenido el polvo, se procedió a pesar la cantidad por unidad obtenida. Se obtuvo un total de 273.4g de cáscara de maracuyá.

2.4.6 Proceso de adsorción

Se procedió a realizar el tratamiento utilizando para ello 4 vasos precipitados de 250 ml para poner la muestra de agua contaminada (Plomo), se echó la cantidad (gramos) de polvo de cáscara de maracuyá teniendo en cuenta los pH de 3, 5 y 7 y los tiempos de 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos. En la siguiente tabla se muestra los sistemas de experimentación

Tabla 4

Sistemas de experimentación

Variable	SISTEMAS			
	S1	S2	S3	control
pH	3	5	7	-
Concentración de cáscara (g)	0.1	0.2	1	-
Volumen de trabajo (mL)	250	250	250	250

S1: Sistema 1

S2: Sistema 2

S3: Sistema 3

Fuente: propia

El tiempo fue de 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos para los 3 sistemas

El diseño se trabajó por triplicado para obtener mejores resultados

2.4.7 Lectura de resultados

Finalizada la parte experimental, los resultados fueron leídos en el equipo de Adsorción atómica donde por cada lectura se elabora la curva de calibración de los resultados. Para ello se utilizó agua destilada y reactivos de una gran pureza, como Ácido nítrico (d=1.4 mg/l). Se usó 25 g de solución de cloruro amónico de pH 9 el cual fue ajustado con una solución de hidróxido sódico al 25 %. Se utilizó solución de amonio pirrolidido ditiocarbamato de 20 mg/l ajustado a pH 3.5. Se procedió a realizar una extracción con metilisobutilcetona. Se procedió a diluir a 1/25 la solución precedente después de haber añadido 1 ml de ácido nítrico. Y luego se preparó la curva de calibrado

Para el cálculo del rendimiento se procedió aplicar la fórmula de

$$\text{rendimiento porcentual} = (\text{rendimiento real} / \text{rendimiento teórico}) \times 100\%$$

Dónde:

- rendimiento real es la cantidad de producto obtenido del proceso de experimentación
- rendimiento teórico es la cantidad de producto obtenido de la estequiométrica o ecuación equilibrada , utilizando el reactivo limitante para determinar producto

2.5. Materiales

2.5.1. Material Biológico

- Cáscara de maracuyá

2.5.2. Materiales

- vasos de precipitación de vidrio de 100, 250, 500 ml.
- pipeta de vidrio de 5 ml.
- Embudo de vidrio.
- Fiolas de vidrio 50,0250 ml.
- Micropipetas de 1000 y 5000 μL .
- Luna de reloj de vidrio.
- Cocina eléctrica.
- varilla de agitación de vidrio.
- Molino manual.
- guantes de látex.
- Mascarilla para gases 3M.

2.5.3. Equipos

- Multiparámetro de medición de pH y conductividad. Marca: HACH
Modelo: Hq40d
- Espectrómetro de absorción atómica con una lámpara de plomo de cátodo hueco. Marca: Agilent Technologies. Modelo: 240FS.
- Balanza analítica de precisión. Marca: Ohaus. Modelo: PA224C
- Horno de esterilización. Marca: Memmert. Modelo: UN30
- Agitador magnético de 6 posiciones. Marca: Velp. Modelo: MULTISTIRRER Digital 6

- Turbidímetro. Marca: Hach. Modelo: 2100Q
- Balanza digital gramera. Marca: OHAUS. Modelo: SJX622/E

2.5.4. Reactivos

- Ácido nítrico (d=1.4 mg/l).
- Cloruro amónico 25 g
- Hidróxido sódico al 25 %.
- Solución de amonio pirrolidío ditiocarbamato de 20 mg/l.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En la Tabla 5 se puede observar las concentraciones iniciales de plomo del efluente minero de Llacuabamba-Pataz antes del proceso de adsorción de plomo con cáscara de maracuyá

Tabla 5

Caracterización del pH, temperatura y concentración de plomo del efluente minero de Llacuabamba- Pataz, 2019 antes del proceso de adsorción de plomo con cáscara de maracuyá

L.M.P.			
PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 010-2010-	Resultado
MINAM			
pH	μ.e.	9	7.94
Temperatura	°C	-	12.1
Plomo	mg/L	0.2	0.987

Fuente: Propia

En la tabla 6 se puede observar la caracterización de la concentración del plomo el efluente minero de Llacuabamba- Pataz, después de aplicar la cáscara de maracuyá

Tabla 6

Resultados de concentración de plomo después de aplicar la cáscara de maracuyá según los sistemas de experimentación

Concentración	pH	Concentración de Pb (mg/L)		Porcentaje de rendimiento %
		inicial	Final	
0.1 g/250mL	3	0.987	0.878	33.63
		0.987	0.804	54.10
0.2 g/250mL	5	0.987	0.721	65.04
		0.987	0.642	73.04
1.0 g/250mL	7	0.987	0.534	81.45
		0.987	0.332	88.65

Nota: Se observa los datos de la concentración inicial y final del metal Pb, además de la concentración utilizada de 0.1, 0.2 y 1.0 g, en un tiempo de contacto de 60 min, según el análisis estadístico la cáscara de maracuyá y el Ph influyen en la adsorción de plomo (ver Anexo 16)

En la figura 4 se puede observar la concentración favorable de la cáscara de maracuyá y pH para la adsorción de plomo en el efluente minero Llacuabamba- Pataz, 2019.

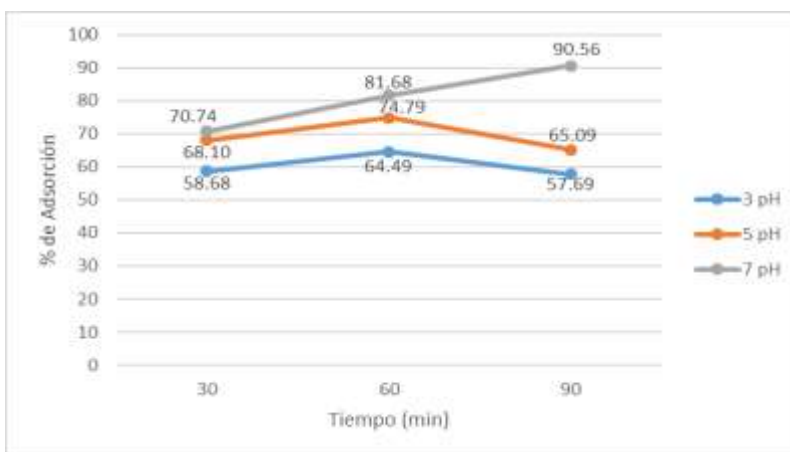


Figura 4. Porcentaje de adsorción del Pb a diferentes concentraciones de pH. En los resultados se puede evidenciar el mayor porcentaje de adsorción del plomo es de 90.56 % a un pH de 7 considerado ligeramente básico y en el mayor tiempo de prueba que fue de 90 minutos. Así también, en el pH más ácido correspondiente a 3, el máximo porcentaje de adsorción es de 64.49 en un tiempo de 60 minutos.

Tabla 7

Análisis de varianza de porcentaje de rendimiento obtenidos del proceso de adsorción de plomo en un efluente minero de Llacuabamba-Pataz con relación a 3 niveles de pH y concentración de cáscara de maracuyá

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1724.2033	2	862.10165	9.67094417	0.04920419	9.5520945
Dentro de los grupos	267.43045	3	89.1434833			
Total	1991.63375	5				

Nota: En el resultado de la tabla se muestra la relación de la significancia estadística de cada uno de los factores y su efecto interactivo, donde: F es mayor que F crítico y donde la prueba resulto ser significativa

Tabla 8

Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios de remoción de plomo con relación a los 3 niveles del pH y concentración de cascara de maracuyá

	0.1g/pH 3	0.2g/pH5	1g/pH7
0.1g/pH 3	**	16.01	41.185
0.2g/pH5		**	25.175
1g/pH7			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El plomo es un metal pesado que es ampliamente empleado en la industria, principalmente en la industria de las mineras y que suele ser vertido al ambiente produciendo efectos tóxicos en la biota y en los humanos. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en un efluente minero de Llacubamba-Pataz, 2019.

Para ello, en la tabla 5 se muestra los resultados de la caracterización inicial del efluente minero de Llacubamba – Pataz. En esta caracterización se obtuvo como concentración inicial de Plomo de 0.987 mg/L, lo que comparando con la legislación actual del DS 004-2017 MINAN, excede al ECA de 0.05 mg/L

En la tabla 6 se observa los datos de la concentración (gramos utilizados) de la cáscara de maracuyá en la absorción de plomo. El resultado muestra que la cantidad de bioadsorbente utilizado es una clave importante en la cantidad removida de plomo, por lo tanto, a una mayor cantidad de bioadsorbente mayor remoción de plomo, teniendo como resultado un 88.65 % con la dosificación más alta de quitosano y pectina, que consta de 1 g en total. Bruque y Almedida (2019) tuvieron resultados similares ya obtuvieron una remoción de 42, 90 % con la dosificación más alta de quitosano y pectina, que consta de 1 g en total. Se puede indicar además, que este resultado confirma la influencia del pH, que a más acidez, mayor es la capacidad de adsorción del plomo, sin embargo es interesante ver que en la investigación de García (2019) para 10 ppm de cáscara de

maracuyá, el tiempo que presentó un mayor valor de remoción de plomo fue de 180 minutos con un porcentaje de 93,93333333%, por otra parte, en 30 ppm la mayor cantidad de remoción fue en 240 minutos con un porcentaje de 89,717778%, con esta información se puede indicar que, a más tiempo de contacto mayor será la remoción en concentraciones bajas, pero al encontrar concentraciones más altas se demora más en llegar a un punto máximo en donde el material orgánico capta una mayor cantidad de contaminante y después tiende a reducir su capacidad de absorción

En la figura 4, se puede observar el porcentaje de adsorción del Pb a diferentes concentraciones de pH. En los resultados se puede evidenciar el mayor porcentaje de adsorción del plomo es de 90.56 % a un pH de 7 considerado ligeramente básico y en el mayor tiempo de prueba que fue de 90 minutos. Así también, en el pH más ácido correspondiente a 3, el máximo porcentaje de adsorción es de 64. 49% en un tiempo de 60 minutos. Estos resultados se acercan con lo encontrado por García, A (2021) donde indica que a un pH bajo se va a observar una mayor remoción del plomo, debido que a este pH en la pectina hay una mayor cantidad de carboxilos en forma aniónica; por otro lado, el pH del quitosano ayuda que haya una activación de los grupos funciones, esto significa que al ser una solución de pectina y quitosano cada grupo funcional modifica su capacidad para atraer los iones de plomo

En la tabla 7 se muestra los valores de P del análisis de varianza, prueban la significancia estadística de cada uno de los factores y del efecto interactivo. Aquí podemos señalar que los factores pH y concentración de cáscara de maracuyá tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de plomo ($p < 0.05$). Como los factores de pH y concentración de cáscara

de maracuyá resultaron ser significativos, entonces existe una diferencia entre el efecto de sus niveles. Por ello se procedió a determinar cuál es el mejor nivel, para esto aplicamos la prueba Post ANOVA denominada Comparaciones Múltiples de Tukey

En la tabla 8 se muestra el resultado del análisis de Tukey que se utilizó para identificar si existe diferencia significativa en los 3 grupos trabajados, es por ello que se calculó la diferencia honestamente significativa (HSD) cuyo valor fue de 39.46; con este valor se comparó con los promedios obtenidos de los rendimientos y se obtuvo que los grupos A (concentración de 0.1g y pH3) y el grupo C (concentración 1g y pH7) existe diferencia significativa mayor de 41.18% mientras que los grupos B (concentración 0.2g y pH 5) y C (concentración 1g y pH7) no tienen diferencia significativa ni tampoco la comparación entre los grupos A (concentración de 0.1g y pH3) y B (concentración 0.2g y pH 5)

Así mismo Tejeda, Tejeda, Marimón & Villabona (2014), en su trabajo de investigación concluyeron que las condiciones de adsorción más favorables para el proceso de bioadsorción de plomo se dan en un valor de pH 3 y un tamaño de partícula de adsorbente de 0,425 núm, así mismo Bravo & Landa (2020), que tuvieron como objetivo principal determinar el efecto del pH en la adsorción de cromo hexavalente indicaron que el porcentaje de remoción fue de 78 %, 80% a un pH 4 y 5 y 88% a un pH 3 y 6. Por otro lado Martínez, Segura, Villareal, Gregorio (2009), en su trabajo relacionado al aprovechamiento de la cascara de maracuyá, indico que la adsorción del plomo es más eficiente en un rango de pH de 3 y 9 . Estos resultados hacen indicar que el pH es un parámetro fundamental en el proceso de adsorción.

Hay que tener en cuenta la variable tiempo, ya que según los resultados obtenidos en la tabla 6, a mayor tiempo de 90 minutos es mayor la absorción del plomo, estos resultados son semejantes a lo encontrado por Bruque y Almeida (2019) que al trabajar a tiempos desde 20 minutos a 120 minutos se observa como a medida que pasa el tiempo va aumentando la remoción de metales pesados.

Por otro lado, Gutiérrez, Vargas & Pedreguera (2013), en su investigación obtuvieron que el mayor porcentaje de remoción de Pb (II) fue 99.5 % utilizando 9.39 mg de Pb (II)/ g de cáscara de naranja. De igual manera Oré, Lavado & Bendezú (2015), tiene como resultados, en el porcentaje de biosorción de Pb (II).

Es importante mencionar además que todo esto se corrobora con la teoría de Viteri (2020) al reconocer un tipo de biomasa agrícola residual (cítrica) remueven Plomo, Cadmio, Zinc y Mercurio de remoción muy eficientes, así mismo en las investigaciones de Vizcaíno & Fuentes (2015), con el objeto de disminuir metales pesados diseñó un sistema para evaluar su remoción empleando biomasa de algas rojas, cáscaras de naranja (*Citrus sp.*) y tuna guajira (*Opuntia sp.*). Castro (2015), así mismo en su estudio preparo soluciones con diferentes concentraciones de harina de cáscara de banano con tres diferentes tamaños de partícula, adicionando otras soluciones de 50 ppm de plomo (II) y 50 ppm de Cr (VI).

4.2 Conclusiones

- Se concluye que si existe influencia del pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en un efluente minero de Llacuabamba-Pataz, 2019, siendo el pH 7 y la concentración de 1g que mostraron los mejores resultados.
- Se caracterizó el efluente minero determinando que no cumplía con los límites máximos permisibles para plomo ya que se obtuvo 0.987 mg/L y el ECA es 0.05 mg/L.
- Se concluyó que la concentración final de plomo después de aplicar la cáscara de maracuyá fue de 0.332 mg/L.
- Se concluye que el resultado después del proceso de adsorción de plomo no cumple con los límites máximos permisibles para plomo de 0.05 mg/L.
- Se concluyó que si existe diferencia significativa entre los grupos de 0.1g / pH3 y 1g/pH7 de 41.18% de acuerdo con la prueba Tukey.

REFERENCIAS

- Barrenechea, Ada, (S.f). Química coagulación. Capítulo 4. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>
- Bruche G & Almeida C. (2019). Optimización de la cinética de bioadsorción de una solución polielectrolítica (quitosano-peptina) para la eliminación de plomo en agua residual sintética. Universidad de Guayaquil- Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39901/1/401-1351%20-%20Optimizac%20de%20la%20cinetica%20de%20bioadsorcion.pdf>
- Cardona, F., Cabañas, D., & Zepeda, A. (2013). Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II) 17(1), 1-9. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46729718001>
- Chung, J., Muro, N., Ontaneda, M., Palas, S., & Rodríguez S. (2018). Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina a base de la cáscara de maracuyá en quicornac s.a.c. Piura, Perú. (Tesis para titulación). Universidad de Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3829/PYT_Informe_Final_Proyecto_HARINA_MARACUYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Iliana, A., Martínez, E., Segura, P., Villareal, J., & Jáuregui, G., (2009). Biosorción de arsénico en materiales derivados de maracuyá 25(4), 52-80. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.pHp?pid=S0188-49992009000400001&script=sci_arttext&tIng=en
- García, A. (2021) Determinación de la capacidad de bioadsorción de metales pesados mediante el uso de la cáscara de maracuyá (*Pasiflora edulis*) en aguas contaminadas. Universidad

- Politécnica Salesiana Sede cuenrc -Ecuador. Recuperado de [http:// www./
/Elena/Downloads/discucion1maracuya-desbloqueado.pdf](http://www./Elena/Downloads/discucion1maracuya-desbloqueado.pdf)
- MINAM. (2010). Aprueban LMP para la descarga de efluente líquidos de actividades Minero-Metalúrgico. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_010-2010-minam.pdf
- Pathak, D., & Sachin, A., (2015, enero). Fruit peel waste as a novel low-cost bio adsorbent 31(4), 361-38. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/280597934_Fruit_peel_waste_as_a_novel_low-cost_bio_adsorbent
- Resolución Jefatural N° 010-2010-2016-ANA. Protocolo Nacional Para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales. Recuperado de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/209>
- Resolución Jefatura N° 042-2016 Estrategia Nacional para el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos. Autoridad Nacional del Agua. Lima: 15 de enero 2016. pp. 31. Recuperado de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._042-2016-ana.pdf
- Pauro, J., Choque, M., Pocchuanca, R., & Mamani, A., (2009). Estudios de bioadsorción de plomo por *Saccharomyces cereviceae* en soluciones acuosas 11(1), 33-39 Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/776/77612900004.pdf>
- Sernaque, F (2019). Eficiencia de floculantes orgánicos en la biosorción de plomo y cadmio en muestras a nivel de laboratorio, lima –2018 (Tesis para optar el grado académico de doctor).

- Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3001>
- Solís, R., Ramón, L., & Hernández, J., (2012, agosto). Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales 28(3), 88-99. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992012000300005&script=sci_arttext&tlng=en
- Tejeda, L., Tejada, C., Marimón, W., & Ortiz, A., (2014, diciembre). Estudio de modificación química y física DE BIOMASA (Citrus sinensis Y Musa paradisiaca) para la adsorción de metales pesados en solución 39(1), 3-20. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321732142008>
- Tovar, C., Ortiz, A., & Jaraba, L., (2014, octubre). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico 18(34), 109-123. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234336010>
- Sánchez, D., García, V., Ojeda, A., Guzmán, H., & Maldonado, H., (2014, noviembre). Estudio de la cinética de biosorción de iones cadmio (ii) en pectina reticulada proveniente de cáscaras de naranja.80(4), 298-299. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v80n4/a09v80n4.pdf>
- Ríos, P (2014). Cinética de bioadsorción de arsénico utilizando cáscara de banano maduro en polvo. (Tesis de Titulación). Universidad técnica de Machala. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1579>
- Murillo, W (2008). La investigación científica. Consultado el 22 de marzo del 2021. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/investcientifica.shtm>

Atenea, Serrano, García, León, García, Gil & Ríos, (2014). Métodos de investigación de enfoque experimental. Consultado el 22 de marzo del 2021 de.

<https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

Tejeda, L., Tejada, C., Marimón, w., & Villabona, B., (2014, diciembre). Estudio de modificación química y física de biomasa (citrus sinensis y musa paradisiaca) para la adsorción de metales pesados en solución. 30(1), 124-142. Recuperado de

<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a08.pdf>

Oré, F., Lavado, C., & Bendezú, S., (2015, junio). Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (Zea más) 81(2), 18-63 Recuperado de

http://www.scielo.org.pe/scielo.pHp?pid=S1810-634X2015000200005&script=sci_arttext

Viteri, J (2020). Aanalysis de la información científica de biomasa agrícola residual utilizada para remediación de aguas contaminadas por metales pesados. (Tesis de titulación). Universidad

técnica de Cotopaxi. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7064>

Vizcaíno, L., & Fuentes, Natalia., (2015, diciembre). Biosorción de cd, pb y zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna 25(1), 43-60. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91139263004>

Castro, B. & Romero, H., (2015). uso de la cáscara de banano (musa paradisiaca) maduro deshidratado (seca) como proceso de bioadsorción para la retención de metales pesados,

- plomo y cromo en aguas contaminadas. (Tesis para Titulación). Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8641>
- Gonzales, J., & Guerra, M., (2016). Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico. (Tesis para titulación). Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8756>
- Bravo, L., & Landa, D., (2020). Efecto del pH en la adsorción de cromo hexavalente por la pectina de *Citrus reticulata* en soluciones sintéticas. (Tesis para Titulación). Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25091>
- Martínez, A., Segura, P., Villareal, J., & Gregorio, K., (2009). Biosorción de arsénico en materiales derivados de maracuyá 25(4), 88-99. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.pHp?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400001
- Romero, J., & Alcántara, A., (2017). La pepa de aceituna y la biosorción en efluentes mineros con alta concentración de plomo y zinc en la U.E, A, Heraldos Negros – Acrobabilla-Huancavelica 2017. (Tesis para titulación). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24491/Romero_PJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo n.º 1. Matriz de consistencia

INFLUENCIA DE PH Y CONCENTRACIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ EN LA ADSORCIÓN DE PLOMO EN UN EFLUENTE MINERO DE LLACUABAMBA-PATAZ, 2019.				
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	METODOLOGIA
¿El pH y concentración de cáscara de maracuyá influyen en la bioadsorción de plomo en un efluente minero?	H ₀ : El pH y concentración de cáscara de maracuyá no influyen en la bioadsorción de plomo en un efluente minero.	Determinar la influencia del pH y concentración de cáscara de maracuyá en la adsorción de plomo en el efluente minero.	Cáscara de maracuyá	El trabajo de investigación fue de tipo aplicada, según Murillo (2008) la investigación aplicada también recibe el nombre de investigación empírica o práctica, porque aplica o utiliza los conocimientos obtenidos a su vez de otros, como consecuencia de sistematizar prácticas basadas.
				POBLACIÓN
				La población se constituye por el efluente minero de Llacuabamba-Pataz, La libertad
		OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	MUESTRA
				500 ml de agua con Pb, del efluente minero.
	H ₁ : El pH y concentración de cáscara de maracuyá influyen en la adsorción de plomo en un efluente minero.	<p>Caracterizar el efluente minero antes y después de aplicar la cáscara de maracuyá.</p> <p>Determinar el porcentaje de remoción de plomo en el efluente minero.</p> <p>Comparar si las concentraciones de plomo cumplen con los LMP.</p> <p>Determinar si existe diferencia significativa través del análisis estadístico del tuckey.</p>	Adsorción de plomo	

Anexo n.º 2. Matriz de operacionalización de variables: Influencia de PH y concentración de cascara de maracuyá

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	Influencia de pH	El pH es un parámetro muy importante ayuda a controlar los procesos de adsorción de los metales en diferentes puntos adsorbentes. La adsorción de iones metálicos depende de la naturaleza de la superficie adsorbente y especies químicas del metal en la solución acuosa (Candelaria, Villabona & Garcés, 2015, pág. 6).	Cuando existe exceso de hidrolisis en la superficie del adsorbente ocurre la nitración de los sitios activos, es por eso que el potencial de Hidrogeno afecta en la bioadsorción. (Roque et al, 2009, pág. 5).	PH
	Concentración de cascara de maracuyá	Es uno de los parámetros que intervienen en el proceso de adsorción dado que el área de superficie aumenta con una disminución en el tamaño de la partícula que nos van a proporcionar sitios de unión para lograr la adsorción. (Pathak et al, 2015, pág.56).	La concentración de cáscara de maracuyá es superficial a la superficie disponible a menor tamaño de partícula es mayor la bioadsorción. (Candelaria, Villabona & Garcés, 2015, pág. 8).	mg/L

Nota: En la tabla se muestra la Operacionalización de variable independiente

Anexo n.º 3. Matriz de operacionalización de variables: Bioadsorción de plomo (Pb)

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
VARIABLE DEPENDIENTE	Adsorción de plomo (Pb)	Es un proceso de sólidos disueltos, líquidos y gases donde las moléculas, átomos y iones son retenidos en una superficie, es decir, la adsorción es un proceso en el cual un contaminante es eliminado del agua por medio del contacto con una superficie sólida. (Sernaque, 2018, pág. 8)	El plomo (Pb) es un proceso de sólidos disueltos, líquidos y gases donde las moléculas, átomos y iones son retenidos en una superficie, es decir, la adsorción es un proceso donde un contaminante es eliminado del agua por medio del contacto con una superficie sólida. (Sernaque, 2018, pág. 8)	Sólidos suspendidos totales mg/l

Nota: En la tabla se muestra la operacionalización de la variable dependiente

Anexo n.º 4. Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas.

Parámetro	Unidad	Limite en cualquier lugar	Límite para el promedio anual
pH	mg/L	6-9	6-9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0.8
Arsénico Total	mg/L	0.1	0.08
Cadmio Total	mg/L	0.05	0.04
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.1	0.08
Cobre Total	mg/L	0.5	0.4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1.6
Plomo Total	mg/L	0.2	0.16
Mercurio Total	mg/L	0.002	0.0016
Zinc Total	mg/L	1.5	1.2

Anexo n.º 5. Cronograma de actividades

CONOGRAMA DE ACTIVIDADES	MESES		Marza		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre													
	SEMANAS		SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM	SEM												
	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Elaboración de la matriz de consistencia																														
Elaboración de la matriz de operacionalización de variables																														
Búsqueda de información																														
Planteamiento del título del proyecto de tesis																														
Realidad problemática																														
Búsqueda de antecedentes																														
Justificación																														
Revisión del marco conceptual																														
Normativa																														
Planteamiento de objetivo general y específicos																														
Elaboración de la hipótesis																														
Identificar el tipo de investigación																														
Determinar población y muestra																														
Técnicas e instrumentos para el recojo de información																														
Visita a la municipalidad del distrito de Chugay																														
Elaboración del diagnóstico de contaminación por residuos sólidos																														
Realizar el Estudio de Caracterización de Residuos sólidos																														
Desarrollo de la Etapa de organización local y planificación																														
Etapa de elaboración del diagnóstico de la gestión y manejo de residuos sólidos.																														
Etapa de formulación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos																														
Etapa de ejecución y monitoreo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos																														
Procesamiento de resultados																														
Discusión																														
Conclusiones																														

Anexo n.º 6. Etiqueta para la muestra de agua del efluente minero.

**MUESTRAS PARA ANALIZAR – EFLUENTE MINERO LLACUABAMBA,
PARCOY, PATAZ**

MUESTRADOR: Hayden Milagros Castañeda Contreras

FECHA: 28/072019 **HORA:** 7:00 am – 8:00 am

LUGAR DE MUESTREO: Zona de Llacuabamba (Efluente minero)

NOMBRE DE NUESTRA: Punto 1.

ANALISIS: Pb

LUGAR DE DESTINO: Universidad Privada del Norte - Laboratorio

Anexo n° 7. Pesado de la cascara de maracuyá



Anexo n.º 8. Caracterización del efluente minero en la Universidad Privada del Norte.



Anexo n.º 9. Medición de pH en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.



Anexo n.º 10. Análisis de la concentración de plomo presente en el efluente minero utilizando el Espectrofotómetro de Absorción Atómica de la Universidad Privada del Norte.



Anexo n.º 11. Cadena de custodia para la muestra de agua del efluente minero.

MUESTRAS DE EFLUENTE MINERO													Muestra: Puntual <input type="radio"/> Otros <input checked="" type="radio"/>		Observaciones					
Monitoreado por:						Cantidad de envases (Plásticos/Vidrios/Balones)	Parámetros In-situ				Análisis de Laboratorio UPN					Otros				
Procedencia:							pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Turbidez	Metales Totales /HNO ₃	Metales Disueltos /HCl	CN libre / NaOH	CN Total / NaOH		Sol. en Suspensión				
Fecha:																				
Hora de Inicio: Hora de fin:							Análisis realizado por: Laboratorio Químico-UPN O Otro O													
Item	Estación	Identificación	Fecha	Hora	Matriz *	P	V	B												
1	PM 1	EPM_1				2							Ö	Ö						
2	PM 2	EPM_2				2							Ö	Ö						

(*) Matriz: E: Efluentes V: Vertimientos CR: Cuerpos Receptores CD: Aguas de Consumo O: Otros (especificar)

Recibido por:	Fecha:	Hora:	Material enviado:	Cooler	Condición de Recepción:
Analizado por:	Fecha:	Hora:	Material recepcionado:	Cooler	
			Total de muestras recibidas:		

Anexo n.º 12. Certificado de calibración del agitador magnético.



Kossodo
el mejor EQUIPO para su laboratorio



CERTIFICADO DE GARANTÍA

Fecha de emisión: **05/07/2018**

KOSSODO SAC garantiza la calidad de este producto y repara en forma gratuita cualquier desperfecto de fabricación dentro del periodo de garantía bajo las condiciones descritas. El producto está garantizado a partir de la emisión del presente documento.

Datos del cliente

Razón Social	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	RUC	3021827604
--------------	--------------------------------------	-----	------------

Datos del producto

Descripción	Marca	Modelo	Código	N° Serie	Historial N°
AGITADOR MAGNET. Y CAJONET. DE POSICIONES, DIGITAL	WSP	MAGNETIKER Digital	430846176	40000	000001

PERIODO: 12 MESES

CONDICIONES BAJO LAS CUALES LA GARANTIA NO SE HARÁ EFECTIVA

- Sello de garantía y/o número de serie borrado, retirado o alterado.
- Desarme, reparación, revisión o alteración realizada por personal técnico no autorizado.
- Daños causados por negligencia y/o mal uso del equipo, o dar uso distinto a lo indicado en el manual de instrucciones.
- Conectar el equipo a una fuente de suministro con voltaje incorrecto, o fallas en la fuente de suministro eléctrica.
- Desgaste normal de componentes y piezas por efecto del uso.
- Daños ocasionados durante el almacenamiento, transporte o por manipulación inadecuada.
- Accesorios con tiempo de vida limitado, cuyos partes estén expuestas a sobrecargas, reactivos o muestras (electrolitos, líquidos, residuos, etc.)
- Instalar sin autorización de KOSSODO SAC (Aplicable a equipos que requieren personal técnico para su instalación)
- Mover o reemplazar los equipos de la ubicación inicial sin Autorización del área de servicio técnico de KOSSODO SAC (No aplicable a equipos a batería portátiles de batería a de mes).

RECOMENDACIONES PARA CUIDAR SU EQUIPO

- Realice mantenimientos preventivos con frecuencia. Los mantenimientos preventivos están en función del uso, tipo de muestras, condiciones ambientales, entre otros. Consulte a personal de servicio técnico de KOSSODO SAC para la asesoría correspondiente.
- Caringe con las recomendaciones señaladas en el manual de instrucciones del fabricante respecto al almacenaje, uso y cuidado.
- Para cualquier consulta o desperfecto en su equipo comuníquese al teléfono: 01843000000 1301, 1302 o vía correo electrónico a: ventas@kossodo.com.

T-07-04 Versión 00 Aprobado el 2017-01-17
Página 1 de 1

Anexo n.º 13. Certificado de calibración Espectrofotómetro de absorción atómica.



INFORME N° - 02634619

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y VERIFICACIÓN OPERACIONAL

Cliente:	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Contacto - Responsable:	Julio Cesar Guzman
Instrumento:	Espectrofotómetro AA
Modelo:	AA280TS Agilent / VISA 77 - Agilent
Número de serie:	MY13180004/MY1320007
Identificación interna del equipo:	---
Fecha actual / Fecha próxima mantenimiento:	Abril 27 2018 / Segun Cliente
Versión de software:	SpectAA versión 5.3
Número de incidente (Solo Norteamérica):	

Por favor leer todo el contenido de este informe, después de haber recibido la verificación respectiva.
Agradece una descripción de la revisión en el servicio "Tercerizado", si es necesario, consulte en nuestra página web o llámenos si usted se observa una discrepancia menor que se amerita que sea llamada una acción correctiva.
Si se requiere nuestro software, envíenos los comentarios en forma escrita o llámenos con algunos de sus datos de verificación.

1. RESUMEN DEL MANTENIMIENTO

- Se revisan las pruebas de Punto Final y Verificación Final de Cu de 3 ppm.
- Se verifica que los sensores de seguridad trabajen correctamente.
- Se realiza limpieza general interna y/o externa del equipo, le cabe de gases, las tarjetas electrónicas, el sistema óptico, el compartimiento de lámparas y el bloque del quemador.
- Se limpian las ventanas de separación del compartimiento de flamas.
- Se verifica la conexión de cables y conectores del equipo, se encuentran en buen estado de conservación.
- Se verifica que la lámpara de dióxido de litio trabaje correctamente.
- Se realizan las pruebas de Verificación Operacional con el STD, Ruido Final, Blanca Reactiva y Verificación Final con Cu de 3ppm alcanzando una Absorbancia 0.60 aproximadamente.
- Se realiza mantenimiento preventivo al generador de hidruros, se revisa las conexiones al agua, sensor de baja presión y funcionamiento de la bomba peristáltica.

Anexo n.º 14. Certificado de calibración agitador magnético

OMEGA PERU S.A.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
0081-OP.M-2018
ÁREA DE METROLOGÍA

Solicitante
Dirección
Expediente
Referencia
Instrumento de Medición
Alcance de Indicación
Resolución
Marca
Modelo
Serie
Código
Procedencia
Modelo del Electrodo
Serie del Electrodo

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.
Av. El Ejército N° 526 - 976, Trujillo
27717
OIC N° PER03-9800045735
MEDIDOR MULTIPARÁMETRO (EN PARÁMETRO DE PH)
0.00 a 14.00 pH (°C)
0.001 / 0.01 / 0.1 pH (°C)
Hach Co.
HQ40d
13060092366
S/N
U.S.A.
PHC30101
180782577017

Método de Calibración:
La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-001 para la Calibración de pHmetro.

Dígiteles: 3604/2018

Fecha de Calibración: 26/04/2018

Logar de Calibración: LABORATORIO DE METROLOGÍA - OMEGA PERU S.A.

Condiciones Ambientales:

Temperatura	24 °C
Humedad relativa	70 %
Presión atmosférica	1017 hPa

Patrones de Referencia:

Los patrones utilizados tienen trazabilidad a la NIST / USNAC

Descripción	Certificado de Calibración / N° de Lot
Termómetro Digital Cole Parmer - Modelo 2022-01	13142-2017
Materiales de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 4.00 @ 25 °C	1187-D-4-15184-01-20 2017-06 / 002430
Materiales de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 7.00 @ 25 °C	1185-D-4-15184-01-20 2017-06 / 002430
Materiales de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 10.00 @ 25 °C	1175-D-4-15184-01-20 2017-06 / 002417

Resultados:

Indicador (pH)	Valor de referencia (pH)	Corrección (pH)	Incertidumbre (pH)
4.00	4.004	0.004	0.012
7.00	7.003	-0.003	0.012
10.00	10.005	0.005	0.012

Note: Los resultados de Calibración de pHmetro de pH están basados en la temperatura de referencia de 25 °C.

Incertidumbres:
La incertidumbre mostrada en el presente certificado es el resultado de la combinación de incertidumbre que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La representación fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". Consecuentemente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expuesta con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Observaciones:
- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado y en función al momento y a las condiciones en que fueron realizadas las mediciones, al momento de la calibración dentro la frecuencia de calibración en Trujillo al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- Con fines de identificación de condiciones de calibración se ha colocado una etiqueta adhesiva.
- (*) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.
- (**) Unidades de pH.
- Los resultados corresponden al promedio de 3 mediciones.

Sello:  **Fecha de Emisión:** 26/04/2018 **Responsable del Área de Metrología:** 
Realizado por: 

HC-OP-M-011 Pag 1 / 1

Anexo n.º 15. Análisis Estadístico ANOVA

Análisis estadístico de ANOVA de los resultados obtenidos

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Grupo 1	2	170.1	85.05	25.92
Grupo 2	2	138.08	69.04	32
Grupo 3	2	87.73	43.865	209.51045

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1724.2033	2	862.10165	9.67094417	0.04920419	9.5520945
Dentro de los grupos	267.43045	3	89.1434833			
Total	1991.63375	5				

ANALISIS DE TUKEY

HSD=	39.46	Valor tomado de tabla
MULTIPLICADOR=	5.91	
Mse=	89.14	
N=	2	

porcentaje de rendimiento

0.1/PH3	0.2/PH5	1/PH7
88.65	73.04	54.1
81.45	65.04	33.63

PROMEDIO	85.05	69.04	43.865
-----------------	-------	-------	--------

Nivel de confianza del 95%

	Valor prueba F	Valor P
¿Existe diferencia significativa en los 3 grupos?	9.67	0.049

Como valor P es menor de 0.05 se rechaza hipótesis nula y se

acepta hipótesis
alternativa

Anexo n.º 16. Análisis Estadístico TUKEY de los resultados

Tabla 8

Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios de remoción de plomo con relación a los 3 niveles del pH y concentración de cascara de maracuyá

	0.1g/pH 3	0.2g/pH5	1g/pH7
0.1g/pH 3	**	16.01	41.185
0.2g/pH5		**	25.175
1g/pH7			**

Nota: en la tabla se aprecia la interacción de las dos variables y su significancia.

** No existe significancia por tratarse de valores iguales