



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTOR:

Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda

0000-0001-8015-9481

Liz katerin Romani Curihuaman

0000-0002-5346-1690

ASESOR:

Ing. Rita Jaqueline Cabello Torres


0000-0002-9965-9678

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2019

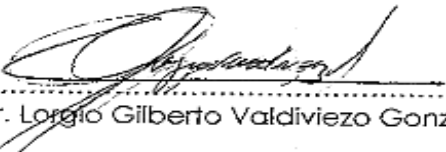
| | | |
|--|---------------------------------------|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1 |
|--|---------------------------------------|---|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda cuyo título es:

Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12.....(número)
DOLE.....(letras).

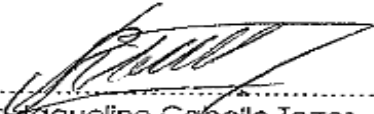
San Juan de Lurigancho 16 de Julio del 2019



 Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales
 PRESIDENTE




 Mg. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi
 SECRETARIO



 Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres
 VOCAL

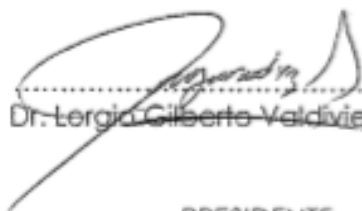
| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1 |
|--|---------------------------------------|---|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Liz Katerin Romani Curihuaman cuyo título es: Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12 (número) DOCE [letras].

San Juan de Lurigancho 16 de Julio del 2019



 Dr. Lergio Gilberto Valdiviezo Gonzales
 PRESIDENTE



 Mg. Fernando Antonio Sernaque
 Auccahuasi
 SECRETARIO



 Rita Jaqueline Cabello Torres
 VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia, gracias por su apoyo incondicional para seguir adelante, a mi madre quién ha sido mi ejemplo de dedicación y perseverancia. Así como también a mi padre que hubiera querido estar presente en este momento tan importante y sé que donde esté se siente orgulloso de mí, gracias por el apoyo constante y llenarme de amor, por ustedes es este logro.


Agradecimientos

Agradezco primero a Dios por permitirme culminar con éxito una meta anhelada, mi madre por estar a mi lado en todo momento y a mi asesora por sus sabios consejos,
Ing. Rita Cabello Torres

Declaratoria de autenticidad

Yo Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda con DNI N° 43144425, con el propósito de cumplir con las disposiciones actuales presentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, asimismo declaro bajo juramento que toda la documentación presente es auténtica. Además, declaro bajo juramento que toda la información plasmada en esta tesis es auténtica. Por esta razón asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información presente en vista a ello, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de Mayo de 2019.
Evelyn Giovanna Ramirez
Avellaneda

DNI: 43144425


Declaratoria de autenticidad

Yo Liz Katerin Romani Curihuaman con DNI N° 46831084, con el propósito de cumplir con las disposiciones actuales presentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, asimismo declaro bajo juramento que toda la documentación presente es auténtica. Además, declaro bajo juramento que toda la información plasmada en esta tesis es auténtica. Por esta razón asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información presente en vista a ello, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de Mayo de 2019.

Liz Katerin Romani

Curihuaman



DNI: 46831084

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. La cual someto a su consideración esperando el cumplimiento con los requisitos de aprobación con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental.

Las autoras:



Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda



Liz Katerin Romani Curihuaman

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Caratula..... | I |
| Página del jurado..... | II |
| Dedicatoria..... | IV |
| Agradecimiento..... | V |
| Declaratoria de autenticidad..... | VI |
| Presentación..... | VIII |
| RESUMEN..... | IX |
| ABSTRACT..... | X |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| 1.1 Realidad problemática..... | 19 |
| 1.2 Trabajos previos..... | 20 |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema..... | 25 |
| 1.4 Formulación del problema..... | 37 |
| 1.5 Justificación del estudio..... | 37 |
| 1.6 Hipótesis..... | 38 |
| 1.7 Objetivos..... | 38 |
| II. MÉTODO..... | 39 |
| 2.1 Tipo y diseño de investigación..... | 40 |
| 2.2 Operacionalización de variables..... | 40 |
| 2.3 Población, muestra y muestreo..... | 41 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 42 |
| 2.5 Procedimiento..... | 43 |
| 2.6 Métodos de análisis de datos..... | 45 |
| 2.7 Aspectos éticos..... | 48 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| III. RESULTADO..... | 49 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 55 |
| V. CONCLUSIÓN..... | 57 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 58 |
| VII. REFERENCIAS..... | 59 |
| ANEXOS..... | 72 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Límites Máximos Permisibles – MINAM. | 40 |
| Tabla 2: Operacionalización de variables | 42 |
| Tabla 3: Validación del instrumento | 45 |
| Tabla 4: Caracterización inicial de la muestra | 48 |
| Tabla 5: Resultados de análisis | 50 |
| Tabla 6: Resultados de análisis | 51 |
| Tabla 7: Resultados de análisis | 52 |
| Tabla 8: Promedio de repeticiones análisis | 54 |
| Tabla 9: Eficiencia de remoción | 55 |
| Tabla 10: Cinética de adsorción Pseudo primer hombre | 57 |
| Tabla 11: Cinética de adsorción Pseudo segundo hombre | 59 |
| Tabla 12: Promedio de las repeticiones de análisis | 60 |
| Tabla 13: Matriz de consistencia | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Método de coagulación, movimiento de partículas. | 28 |
| Figura 2: Atracción entre partículas. | 29 |
| Figura 3: Neutralización de cargas, fragmento de floculación. | 30 |
| Figura 4: Sedimentación de partículas suspendidas. | 34 |
| Figura 5: Alga <i>Macrocystis Integrifolia</i> . | 39 |
| Figura 6: Metal pesado, Plomo. | 40 |
| Figura 7: Ubicación de la zona de extracción de muestra <i>Macrocystis integrifolia</i> | 42 |
| Figura 8: Zona de extracción de aguas residuales mineras | 59 |
| Figura 9: Flujograma de diseño experimental | 68 |
| Figura 10: Muestra de Nitrato de plomo | 68 |
| Figura 11: Dilución de aguas residual minera con plomo | 68 |
| Figura 12: Muestras de nitrato de plomo | 70 |
| Figura 13: Preparación de dosis | 70 |
| Figura 14: Peso de <i>Macrocystis</i> | 72 |
| Figura 15: Muestras en el equipo digestor | 72 |
| Figura 16: Muestras en el aparato digestor | 70 |
| Figura 17: Medición de solidos totales | 70 |
| Figura 18: Porcentaje de adsorción | 74 |
| Figura 19: Cinéticaa | 74 |
| Figura 20: Isoterma de Langmuir | 75 |
| Figura 21: Isoterma Friendly | 75 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1: Matriz operacionalización de variables | 73 |
| Anexo 2: Imágenes de toma dilución de muestra | 74 |
| Anexo 3: Imágenes de análisis | 75 |
| Anexo 4: Acta de aprobación de originalidad de tesis | 76 |
| Anexo 5: Pantallazo del turnitin | 77 |
| Anexo 6: Autorización de publicación de tesis | 78 |
| Anexo 7: Autorización de la versión final de trabajo de investigación | 79 |

RESUMEN

En la presente investigación se busca determinar si el alga *Macrocystis integrifolia* es eficiente en la cinética de adsorción de plomo en agua residual minera, determinado a su vez el modelo de isoterma de adsorción que aplica para los datos obtenidos en los análisis. Planteando como principal objetivo la evaluación de la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, siendo este un periodo de un mes, tiempo que tarda en analizar todo las muestras, se estudió 9 concentraciones las cuales fueron: 0,0mg /l; 0,5 mg/l, 10 mg/l, 25 mg/l, 50mg/l, 100 mg/l, 250 mg/l, 500 mg/l, 1000mg/l. con 8 tiempos, agitación 200 rpm con dosis de adsorbente 0.375 gr. Asimismo, el mejor tiempo de remoción fue a los 30 minutos con la concentración de 250mg/l. Esta investigación, fue realizada a nivel laboratorio con un diseño cuasi-experimental, donde los resultados obtenidos mostraron concentraciones de plomo en agua residual minera las cuales finalmente no superan los LMP para efluente minero.

Palabras claves: Adsorción, cinética, isoterma.

ABSTRACT

In the present investigation, the aim is to determine if *Macrocystis integrifolia* algae is efficient in the kinetics of lead adsorption in mining wastewater, determined in turn by the adsorption isotherm model applied to the data obtained in the analyzes. Raising the main objective of the evaluation of the efficiency of *Macrocystis integrifolia* algae in the application of lead adsorption kinetics, this being a period of one month, time it takes to analyze all the samples, 9 concentrations were studied, which were: 0, 0mg / l; 0.5 mg / L, 10 mg / L, 25 mg / L, 50 mg / L, 100 mg / L, 250 mg / L, 500 mg / L, 1000 mg / L. with 8 times, agitation 200 rpm with adsorbent dose 0.375 gr. Also, the best time of removal was at 30 minutes with the concentration of 250mg / l. This research was carried out at a laboratory level with a quasi-experimental design, where the results obtained showed concentrations of lead in mining wastewater which ultimately do not exceed the LMP for mining effluent.

Keywords: Adsorption, kinetics, isotherm.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el agua es un recurso apreciado, ya que de ella depende la supervivencia en la tierra, las reservas del agua dulce es crítica a nivel mundial, se sabe que el 70% de la superficie terrestre es agua, sin embargo solo el 3% es dulce la cual la mayor parte se encuentra en forma de glaciares y solo el 1% es accesible para consumo humano. Asimismo, en la época donde vivimos la escasez por un inadecuado suministro genera preocupación con respecto a su disponibilidad ello, podría cambiar la vida dentro de los siguientes años. (Adelayo, *et al.* 2019).

A nivel mundial el uso de agua en la minería tiene el potencial de afectar la calidad del agua superficial y subterránea. Asimismo, el agua contaminada con altas concentraciones de metales, minerales de sulfuro, sólidos disueltos, o sales puede afectar negativamente a la calidad del agua superficial, los ecosistemas acuáticos, y la calidad de las aguas subterráneas. La erosión de carreteras, minas activas, minas inactivas, relaves y pilas de eliminación en el área minera a cielo abierto impactan negativamente sobre la vida acuática y una reducción en el número de especies presentes y también daños a la salud como el aumento de la mortalidad o problemas reproductivos. A su vez, estos impactos sobre la salud humana pueden ocurrir cuando se ve afectada la calidad de los suministros de agua utilizada para el riego, la bebida, y / o aplicaciones industriales. (Rojas y Romero, 2017).

En el departamento de Arequipa su principal río está contaminado con metales pesados procedentes de efluentes que vierten las numerosas mineras ubicadas en sus márgenes, siendo estudios previos los cuales confirman el grado de contaminación que esta presenta (8 veces el límite permitido). (Fernández, 2006, p. 62).

El efluente minero, son aguas sin tratamiento en muchos casos son producto de las diversas actividades que desempeñan las mineras y su incremento de volumen es cada vez mayor, por ello, es necesario que se rijan a las normas ambientales que son los LMP para así controlar y prevenir los contaminantes presentes en el agua. Existen varios métodos de coagulantes para tratar efluentes mineros, mediante la utilización de coagulantes inorgánicos que a pesar de ser económico posee ciertos riesgos ambientales por no ser biodegradables podrían generar lodos contaminados con metales. (Adelayo, *et al.* 2019).

Por ejemplo, el Sulfato de Aluminio también utilizado como coagulante inorgánico no es biodegradable generando daños en su disposición final. Los coagulantes naturales derivados

de plantas son muchos y se encuentran en grandes cantidades los cuales son beneficiosos en todo sentido ya que, no son perjudiciales para la salud, no es tóxico debido a estas características positivas resulta óptimo para el tratamiento de aguas de efluentes mineros y la producción de lodo que se producirá será menor, generando beneficios y costos en el tratamiento de estas aguas. (Ribau, *et al.* 2017).

Las algas marinas son de origen natural y se encuentra en gran cantidad poblando el litoral del Perú, al haber una gran variedad se han descubierto que estas permiten aumentar la selectividad y capacidad de adsorción en sus diferentes especies como son, las algas rojas, las algas verdes y las pardas. Esto es debido a su composición química (fucanoides, alginatos, proteínas, fos-fatadas, etc.) los cuales permiten la adsorción de ciertos metales. Hoy en día por motivos económicos, se ha dado importancia a las algas marinas, debido a que se producen naturalmente en gran número en las playas, en las orillas del mar siendo estas consideradas como desecho. La utilización de esta alga como adsorbente para la eliminación de contaminantes se podría decir que usará desechos con el fin de eliminar desechos. Los barcos pesqueros durante su extracción arrastran en gran número algas las cuales a través de su venta pueden generar ahorro con respecto a su disposición final. Según, (Cuizano y Navarro, 2008).

Las especies de *Macrocystis* poseen un alto nivel de diversidad morfológica, actualmente diversos estudios se puede resaltar la *Macrocystis pyrifer* y *Macrocystis integrifolia*. A su vez, puede ser aplicado al área farmacéutica, alimentaria, textil, papelera, cervecera y como purificador de agua. Ésta alga es originaria de América del norte, América del sur, Sudáfrica, Nueva Zelanda y el sur de Australia a una profundidad de 1 a 15 metros. Asimismo, en el Perú, el alga *Macrocystis integrifolia* ha sido exportada a distintos países entre ellos se encuentran China, Canadá y México en estado seco, estas algas son cotizadas en los países asiáticos. (Salavarría, 2014, p. 17).

La *Macrocystis*, su uso o manejo en el Perú se ha industrializado, existe información limitada de las especies que son utilizadas como coagulante a partir de ésta harina utilizada como fertilizante pero no se han realizado estudios de su uso como adsorbente, debido a la necesidad de explicar los potenciales usos de la harina de *Macrocystis* se ha evaluado la harina de alga como coagulante mediante prueba de isotermas de adsorción y de cinética que interviene en el proceso como parte del tratamiento de aguas residuales mineras con presencia de plomo.

1.1 Realidad Problemática

Hoy en día a nivel mundial, se carece de conciencia ambiental con respecto al agua debido al consumo irresponsable y reutilización del mismo, el tratamiento de aguas residuales mineras que se propone, es empleando harina *Macrocystis integrifolia* que busca contribuir con el manejo de las aguas residuales mineras con la aplicación de harina de alga.

Hoy en día es imperativo emplear tratamientos que generen menos gasto, los tratamientos deben ser eficaces y a su vez generar menos impactos, nulo o no significativo al ambiente. La coagulación utilizando el alga *Macrocystis integrifolia* representa una alternativa de tratamiento de aguas residuales mineras que eliminarán o removerán contaminantes (Restrepo, 2013, p. 53). Sin embargo, no se cuenta con información sobre la eficiencia de uso de la harina de alga como coagulante por esta razón hemos propuesto el experimento y comprobar su eficiencia como coagulante.

Es evidente la necesidad de evaluar la cinética de adsorción que brinda información sobre el potencial uso de la harina de alga *Macrocystis integrifolia* como coagulante de aguas residuales mineras contaminadas con plomo.

1.2 Trabajos Previos.

Para Cuizano, Llanos y Navarro (2009) en su investigación titulada “Eliminación de 2-clorofenol de soluciones acuosas mediante algas marinas: evidencias de mecanismo de adsorción de plomo” cuyo objetivo propuesto fue evaluar la capacidad para remover metales pesados con dos tipos de algas. Asimismo, el mecanismo por el cual las algas marinas *Lessonia nigresens* y *Macrocystis integrifolia* remueven 2-clorofenol a partir de soluciones acuosas a través de experimentos de adsorción discontinuos a 200 rpm con soluciones preparadas de 1000 ppm preparadas mediante la disolución de 2-clorofenol en 1 litro de agua desionizada. Los resultados obtenidos fueron, Para ambas algas marinas, la presencia del ion Pb (II) no afecta notablemente la adsorción de 2-CP. Variando la concentración de plomo divalente entre 5 y 40 mg/L; el porcentaje de adsorción de 2-CP experimenta un ligero incremento. Esto se debe a que la adsorción de 2-CP. Concluyendo que la adsorción no es espontánea para ninguna de las algas estudiadas, lo cual corrobora la ausencia de interacciones electrostáticas y la existencia de interacciones poco polares en un ambiente desfavorable rodeado de grupos hidroxilo. Donde 1000 ppm fueron preparadas disolviendo 2-clorofenol en 1 L de agua desionizada.

Para Pérez et al. (2016) en su investigación titulada “Evaluación de la capacidad de adsorción de fluoruro en compositos a base de *quitosano-zeolita-alga marina*” cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del alga en la adsorción de fluoruros. Asimismo, Se ejecutaron experimentos de adsorción con la finalidad de comparar la capacidad de adsorción de fluoruro a diferentes pH (5 y 7). Se agregaron 0.1 g de cada material en tubos de polietileno que tenían 50 ml de solución de fluoruro en distintas concentraciones (10, 20, 40, 60, 80 y 100 mg L⁻¹) a 25 ° C y 75 rpm, hasta que se alcanzó el equilibrio. El pH que se ajustó mediante la adición de NaOH 0,1 N o HCl. Se concluye, que los experimentos de absorción tuvieron un mejor ajuste al modelo de Freundlich. Por lo tanto, ambos compuestos pueden considerarse buenos adsorbentes para la eliminación de fluoruro del agua, además de ser biodegradables y amigables con el medio ambiente.

Para Negm et al. (2018) en su investigación titulada “Viabilidad de la adsorción de metales usando algas: efecto de la estructura de los biosorbentes sobre la isoterma y la cinética de adsorción” cuyo objetivo fue eficiencia de adsorción de iones de cobre y plomo mediante el uso de algas y hongos. Se utilizaron 3 algas pardas *Cystosiera compressa*, *Sargassum vulgare* y *Turbinaria*, las cuales serán evaluadas en el tratamiento de aguas residuales con presencia de cobre y plomo con agitación de 200 rpm, concentración (ppm) en 500 ml y diferentes intervalos de tiempo de: 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 y 300 min usando 1 g de diferentes biosorbentes mostrándose que la eficiencia de los biosorbentes se incrementó al aumentar la concentración de biosorbentes. Además la adsorción que aplicó para este experimento fue de Freundlich y al modelo cinético de segundo orden.

Para Birungi y Chirwa (2015) en su investigación “Avances en la biosorción por lotes de metales pesados sobre algas” cuyo objetivo fue remover talio mediante el uso del alga *Chlorella vulgaris* La eficiencia de remoción se logró al 100% para concentración de 150 mg/l comparada a concentraciones más elevadas, se concluye que el alga *Chlorella vulgaris* fue el mejor adsorbente con una afinidad alta y baja de 1000 mg /l. Asimismo, los estudios cinéticos mostraron un mejor coeficiente de correlación de ≤ 0.99 para el modelo de pseudo segundo orden que el modelo de primer orden.

Para Hossein, Rashki y shahri (2019) en su investigación “Aplicación de *Spirulina platensis* modificada y polvo de *Chlorella vulgaris* en la adsorción de metales pesados de soluciones acuosas” cuyo objetivo fue evaluar la adsorción de plomo, cadmio y cobre mediante el uso de *Chlorella vulgaris* y *Spirulina*, se trabajó con distintos tiempos de 5 – 120 min y concentraciones, el porcentaje de remoción fue distinto para los dos adsorbatos, para *Spirulina platensis* una remoción de 94.09% y para *Chlorella vulgaris* fue de 90.09 %, el tiempo de equilibrio fue a los 60 min y dosis de 5 gr./l.

Bwapwa, Jaiyeola y Chetty (2017) quienes presentaron el trabajo “Bioremediation of acid mine drainage using algae strains: A review”, la cual fue publicada en la revista de tecnología de umlazi, en la facultad de ingeniería. Cuyo objetivo fue la evaluación de las algas para analizar su potencial en la adsorción de metales en el agua para sus futuros estudios. Se plantearon como metodología la experimentación de diferentes tipos de algas en medios donde la concentración de metales pesados varía de acuerdo al procedimiento establecido por los experimentadores, teniendo en cuenta esto se demostró que unas especies son

mejores para la bioacumulación de metales pesados en comparación de otros. Para concluir se explica que el uso de algas en la Fito remediación es efectivo y tiene potencial para futuras aplicaciones como se indica en esta revisión actual, además Este conocimiento arrojará más luz sobre la microbiología de la DMRE y puede conducir a una mejor comprensión de la biogeoquímica de los entornos AMD contribuciones particulares, como la creación de regiones anaeróbicas reductoras de sulfatos en sistemas de agua pasivos en gran medida aumentar la efectividad de esos sistemas en la eliminación de pesados.

Jaafari, Yaghmaeian (2019), quienes presentaron el trabajo “Optimization of heavy metal biosorption onto freshwater algae (*Chlorella coloniales*) using response surface methodology (RSM), la cual fue publicada en Chemosphere”. En el cual se plantearon como objetivo la observación y la interacción de la concentración de metal inicial, el tiempo de reacción y la dosis de algas. En la parte de la metodología se presentaron calcular los coeficientes de la ecuación de la regresión y los datos que confirman la duración de la ecuación polinómica de segundo orden para la eliminación de Cr, Cd, Co, Fe y As con las algas *Chlorella coloniales*, esto debido a la experimentación de las algas a distintas concentraciones de metales pesados y la aireación de estas muestras. Para concluir se demostró que la capacidad de bioadsorción de la *Chlorella coloniales* se redujo cuando la concentración de Cd inicial se mantuvo de 5 a 12 mg / L, y luego no hay ningún otro cambio en un aumento adicional en la concentración de Cd inicial. En las bajas de metales pesados, *Chlorella coloniales*. Demostraron sus resultados para la bioacumulación de Cr, Co, Fe y As, pero a altas cantidades de bioacumulación de metales pesados disminuyó.

Vafajoo, et al. (2018) quienes presentaron el trabajo “Removal of cobalt (II) ions from aqueous solutions utilizing the pre-treated 2-Hypnea Valentiae algae: Equilibrium, thermodynamic, and dynamic studies” el cual fue publicado en la revista de ingeniería química. En el cual se plantearon como objetivo la capacidad de absorción de la biomasa era una función del pH de la solución, la dosis de adsorbente, la concentración inicial de iones y el tiempo de contacto. Para la metodología se plantearon los estudios experimentales a 30 ° C demostrando que para una concentración inicial de Co^{+2} de 0.7 mg L^{-1} , a un valor de pH de 6 y la dosis de sorbente de 2 g L^{-1} , las captaciones máximas de Co^{+2} son 10.98 mg g^{-1} y 16.66 mg g^{-1} en las algas crudas y tratadas con formaldehído (FA), respectivamente. Se concluyó con la confirmación de la absorción competitiva entre los

iones de metales pesados en los sistemas binarios se basa en sus posiciones en las series electroquímicas. Los resultados experimentales ilustraron que la adsorción de Co^{+2} en la biomasa de las algas es factible, espontánea y exotérmica. La exitosa regeneración de biomasa en un sistema por lotes en tres ciclos reveló la mayor eficiencia de la solución de HCl 0,1 M en comparación con el CaCl_2 0,1 M y el CH_3COOH 0,1 M como agentes desorbentes.

Jun, Lin-Lin y Raymond (2018) en su trabajo “Zeng Role of extracellular polymeric substances in efficient chromium(VI) removal by algae-based Fe/C nano-composite la cual fue publicada en la revista *Chemosphere*. Este trabajo planteo como objetivo la aplicación posterior de las algas obtenidas por coagulación química (por ejemplo, la adición de $\text{Fe}(\text{III})$) la cual presenta un desafío debido a varios compuestos de hierro en las algas. En la parte de la metodología se procedió a determinar las condiciones óptimas para la experimentación con las algas, es decir, 100 mg / L de adición de $\text{Fe}(\text{III})$ y 800 ° C. Además, el papel de las sustancias poliméricas extracelulares (EPS) en la carbonización se examinó, ya que afectaba a la composición del producto y la eficiencia de la eliminación de $\text{Cr}(\text{VI})$, debido al efecto de la propiedad estabilizadora del EPS en las algas. El EPS de algas indujo la distribución homogénea de los compuestos de Fe en la superficie de las algas, y las nanopartículas α - FeOOH generada se envolvieron en una matriz de carbono orgánico, lo que produjo una reacción suficiente entre los compuestos de Fe y el carbono orgánico durante la carbonización. Se concluyó con que se mostró que la reducción y la adsorción contribuyeron 83.44% y 16.56% a la eliminación de $\text{Cr}(\text{VI})$, respectivamente. Este estudio proporciona una nueva perspectiva sobre el papel de los EPS en la eliminación eficiente de $\text{Cr}(\text{VI})$ mediante nano-compuesto de Fe / C a base de algas y presenta una aplicación prometedora de este nano-compuesto de Fe / C en el medio ambiente.

Sebeia, et al. (2019) quienes presentaron el trabajo “Production of cellulose from *Aegagropila Linnaei* macro-algae: Chemical modification, characterization and application for the bio-sorption of cationic and anionic dyes from water” el cual fue publicado en la revista *Internacional de Macromoléculas Biológicas*. Este trabajo planteo como objetivo probar las algas marinas para absorber los contaminantes y los contaminantes, *Aegagropila Linnaei* (*Aegagropila L.*). En cuanto a la metodología se procedió a la caracterización de los productos utilizando la técnica transformada de Fourier infrarrojo (FT-IR), difracción de

rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (SEM) y análisis termogravimétricos (TGA). Las muestras se estudiaron como adsorbentes de azul de metileno (MB) y azul ácido (AB25) en un sistema de lotes controlados. Para concluir se afirma que el efecto de la concentración de sales (KCl, NaCl y CaCl₂), se discutió la dosis de adsorbente, el pH, el tiempo de contacto y la concentración inicial de tinte en el mecanismo de adsorción. En el equilibrio, la adsorción de MB y AB25 de celulosa extraída y funcionalizada alcanzó 109 mg / gy 139 mg / g, respectivamente. En las mismas condiciones, la capacidad de adsorción de AB25 y MB en *Aegagropila* L. no modificada fue de solo 32 mg / gy 47 mg / g. La pseudo ecuación cinética de segundo orden exhibió los resultados de ajuste óptimos.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Método de Coagulación

Consiste estabilizar químicamente a las partículas coloidales. Producidas al eliminar las fuerzas que las tienen separadas para ello, se le añadirá coagulantes químicos. Por otro lado, este tratamiento es muy eficaz y universal debido a la gran eliminación de sustancias de distintas naturalezas y peso. Asimismo, el desarrollo de este proceso puede producir una degradación rápida de la calidad de agua lo cual conllevaría a gastos de operación no justificados. (Andía, 2013, p. 10).

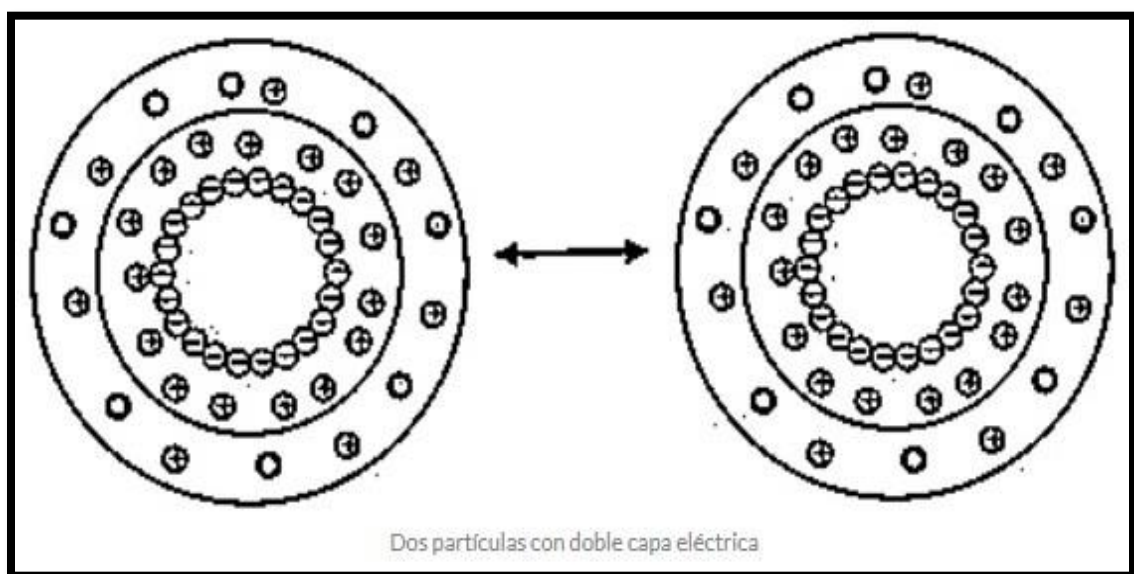


Figura 1. Neutralización de cargas, el espesor de la doble capa eléctrica se reduce y las partículas se acercan entre sí.

Mecanismos de Coagulación

En la coagulación se obtiene la desestabilización a través de mecanismos fisicoquímicos los cuales son:

Compresión de doble capa

Se refiere a la aproximación de dos partículas parecidas difusas que interactúan y a su vez generan repulsión la cual se relaciona a la separación presente entre ellos y desciende con rapidez gracias al aumento de iones (Barrenechea, 2010, p. 171)

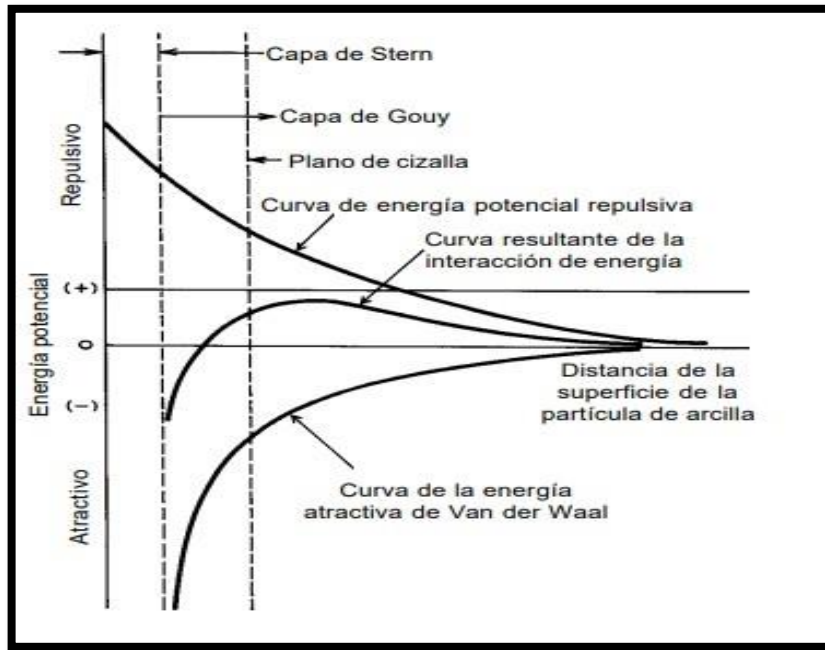


Figura 2. Energía potencial de interacción entre dos coloides.

Adsorción y neutralización de cargas

Se conoce que los coloides tienen carga negativa primaria quienes, debido a su carga atraen iones (+) que están presentes en agua formando la primera capa de adhesión en el colide.

Asimismo, si se presenta un aumento de coagulante en el agua que será sometida a tratamiento ocasionando que el aumento de este sea absorbido en la parte superficial de la partícula generando una carga opuesta a la de su inicio (López, 2014, p. 9).

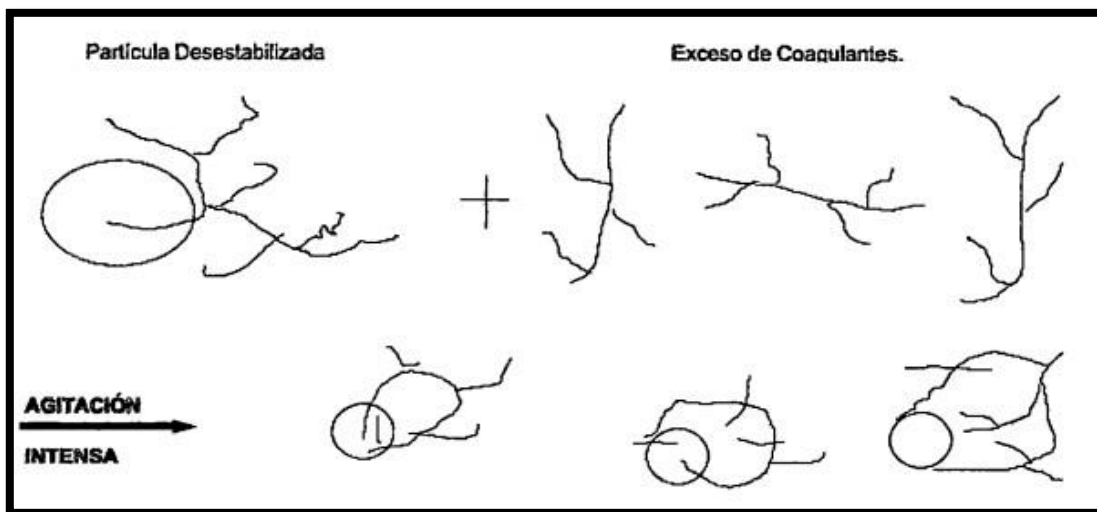


Figura 3. Estabilización de partículas.

Sedimentación

La sedimentación es una operación la cual consiste en la separación a través de la gravedad de partículas suspendidas en una solución con la finalidad de obtener agua clara (Rodie y Harderberg, 2010, p. 6).

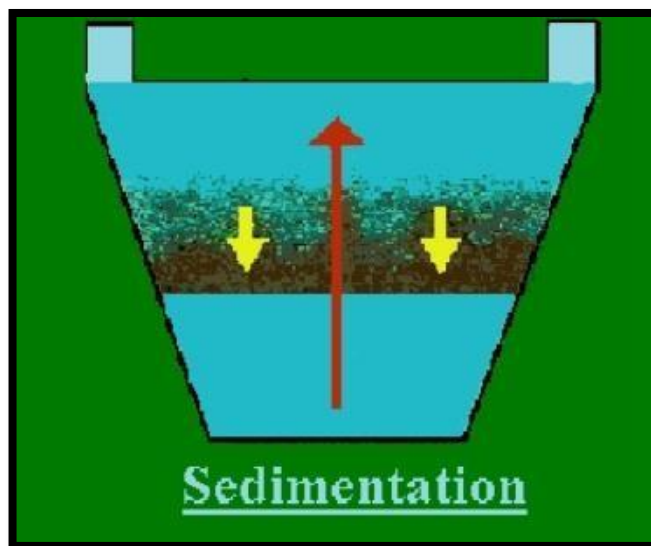


Figura 4. Sedimentación de partículas suspendidas.

Afinidad coloidal por el agua

Éstas poseen características particulares porque poseen atracción por el agua, y a su vez son hidrófobos debido a que rechazan el agua. Es así que, las partículas hidrofílicas se dispersan fácilmente en el agua donde son rodeadas por moléculas de agua que se encargan que nada entre en contacto con estas partículas, las partículas hidrofóbicas su dispersión dentro del agua no es fácil para ello, se necesita de medios físicos y químicos.

Asimismo, las hidrófobas son partículas de sustancias inorgánicas y las partículas hidrofílicas son de sustancias orgánicas (Andía, 2013, p. 54).

Coagulantes

Son productos químicos que cuando son colocados en agua tienen la capacidad de generar una reacción con respecto a los componentes del agua, en especial con su pH alcalino formará un precipitado voluminoso. Asimismo, estos materiales químicos que se colocan en el agua con la finalidad de poder obtener la remoción de todas las

partículas coloidales generando la formación de coloides de mayor tamaño y de esta manera puedan sedimentar. Como floculos más grandes rápidamente (Cogollo, 2010, p. 20).

Factores que influyen en la coagulación

- pH
- Turbidez
- Sales disueltas
- Temperatura del agua
- Tipo de coagulante utilizado

La interrelación entre ellos brindará la idea de cuánto coagulante adicionar al agua.

pH

Mide la acidez, o alcalinidad, es la variable que más imperativa para el proceso de coagulación donde para cada clase de agua hay un pH adecuado para que dé lugar a la coagulación. (Romero, Navarro y Noguera, 2013, p. 33).

Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que se encarga de medir distintas sensaciones como el frío y calor, la temperatura puede afectar a la cantidad de oxígeno que se transporta en el agua es así que, el agua con menor temperatura transportará más oxígeno y todas las especies acuáticas necesitan esto para vivir, también influye en la fotosíntesis de las plantas (Neira y Pérez, 2016, p. 34).

Turbidez

La turbidez se puede medir mediante la cantidad de partículas suspendidas, además de medir la dispersión de las partículas al estar frente a la luz, cuando el agua sea más turbia más sucia parecerá. Además el hecho de que el agua este muy turbia no necesariamente significa que esté contaminada, puede que el color oscuro que presenta se deba a la erosión, arcilla o limo presente en la zona (González, 2013, p. 21).

Alga *Macrocystis Integrifolia*

Taxonomía de la *Macrocystis*:

- Fracción: *Heterokontophyta*
- Clase: *Phaeophyceae*
- Orden: *Laminariales*
- Familia: *Laminariaceae*
- Género: *Macrocystis*

Las especies de *Macrocystis integrifolia* poseen un alto nivel de diversidad morfológica, actualmente en diversos estudios se puede resaltar la *Macrocystis pyrifera* y *Macrocystis integrifolia*. Asu vez, puede ser aplicado al área farmacéutica, alimentaria, textil, papelera, cervecera y purificador de agua. En el Perú, el alga *Macrocystis integrifolia* ha sido exportada a distintos países entre ellos se encuentran China, Canadá y México en estado seco, estas algas son cotizadas en los países asiáticos (Salavarría, 2014, p. 10).



Figura 5. Alga *Macrocystis integrifolia*.

Plomo

Este metal es de color grisáceo, pesado el cual ha sido hallado en glaciares fósiles de Groenlandia, asimismo los egipcios y los hebreos utilizaron este metal 2000 años A.C (Ramirez, 2010, p. 22).

El Plomo se comenzó a usar cuatro siglos A.C. Asimismo, los primeros en conocer este metal fueron los egipcios, los cuales lo explotaban simultáneamente el hierro y la plata. En esas épocas tanto la India y China conocían el método de fundir Plomo. Por otro lado, el plomo genera no solo daños a la salud sino también al medio ambiente. Distintas comidas poseen cierta cantidad de plomo como las frutas, mariscos, carnes y vinos. Asimismo, este metal puede ingresar al agua mediante la corrosión de sus tuberías, de ser consumida esta agua puede generar efectos negativos como: Daños a los riñones, abortos y disminución del aprendizaje en niños (Márquez, 2014, p. 15).

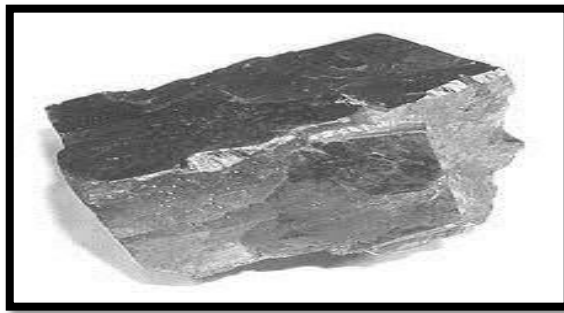


Figura 6. Metal plomo.

Aguas residuales:

Proceden de las distintas actividades realizadas por el ser humano, este tipo de aguas se caracterizan por contener una concentración elevada de contaminantes. Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) define este tipo de aguas sin valor para el fin para el que se utilizó ni para el propósito mediante el cual se produjo producto de su calidad. Generalmente, las aguas residuales son vertidas al río o aguas marinas con o sin tratamiento.

Actualmente, las industrias del acero, petróleo y minería representan la mayor contaminación por metales pesados (López y Calderón 2015, p. 18).

En el siglo XX, estas aguas eran vertidas en los ríos ya que, eran considerados parte del proceso de tratamiento, es por ello que se necesitaban 5 días para determinar la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) debido a que era el tiempo que se requería los ríos antes que llegaran al mar. Las aguas residuales son un problema que causa gran preocupación a nivel mundial, debido a la importancia de poder disponer de agua con calidad y proporción adecuada para evitar escasez, es así que mediante un adecuado tratamiento se buscará mejorar el ambiente, la calidad y salud de la población. Por ejemplo en México estas aguas provenientes de todos los sectores industriales, solo el 36 % de ellas se les da tratamiento debido a muchas razones entre ellas se encuentra a una infraestructura ineficiente, costos elevados y personal sin capacitar. Es por esta razón que, se necesita crear y desarrollar tecnología adecuada para su respectiva depuración (Mogens, et al. 2017).

En América Latina, el abastecimiento de agua no es suficiente donde, el 70 % de estas aguas no cuentan con tratamiento obstaculizando su reúso, es especial el reúso de esta, debido a su alta contaminación. Centrándonos en Perú, el gobierno ha invertido un porcentaje como es el 30 % proveniente de la inversión pública para el tratamiento de aguas residuales. (Larios, et al. 2015).

Sólidos en Suspensión.

Pueden generar o propiciar depósitos de lodo y condiciones anaerobias si es que las aguas residuales se vierten sin tratamiento a los cuerpos de agua (García y Pérez, 2010, p. 8).

Características Físicas

Entre ellas las más importantes figuran los sólidos totales, materia sedimentable y disuelta entre otras como la temperatura, color y la turbidez (García y Pérez, 2010, p. 9).

Origen de los Efluentes de Mina.

Pueden producirse por distintas fases a la cual está sometida el mineral, con la finalidad de obtener el producto o metal que se desea (Moya, 2017, p. 22).

Drenaje ácido de minas

Es procedente del sulfuro de los minerales es cuando estos oxidan al azufre a sulfato, en este proceso se forman los medios o condiciones acidas, formando con el agua una disolución acida cuya capacidad es de lixiviar metales que se encuentran en o están asociados a los sulfuros. Para que esto se lleve a cabo son necesarias ciertas condiciones como son: minerales o rocas que tengan presencia de azufre (esto puede ser la pirita), el oxígeno y agua (Zevallos, 2016, p. 31).

Bioadsorción de plomo en aguas de origen minero

Existen tres categorías de procesos biotecnológicos para tratar residuos líquidos de mina, ya que estos contienen metales tóxicos, estos son la biosorción (bioacumulación y bioadsorción) ésta es referida a la captación mediante biopolímeros purificados y de otras moléculas especializadas procedentes de bacterias. Estos procesos pueden involucrar procesos fisicoquímicos y biológicos. Gutiérrez, M (2015).

Cinética química

Tiene su enfoque principal en la rapidez con la que el estudio de los factores afecta directamente al proceso químico, los cambios de concentración en los reactantes, la modificación de pH, constante eléctrica, fuerza iónica. Además, esta sintetiza química o biológicamente los productos utilizados en la industria, el proceso de adsorción, distribución y eliminación de fármacos (Moreno, 2010, p. 12).

•Modelo de pseudo primer orden (Lagergren)

El modelo cinético es aplicado para presagiar la cinética de adsorción es un sistema solido- liquido, el cual se define por Lagergren, la cual se deriva a partir de la capacidad de adsorción del sólido, de acuerdo con varios autores; la velocidad de adsorción es directamente proporcional al potencial de equilibrio.

•Modelo de pseudo segundo orden (Noll y Hou)

La ecuación mencionada Comúnmente esta se utiliza en la remoción de metales

$$\frac{T}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

Dónde: q_e es la capacidad máxima de adsorción en la cinética de segundo orden en un tiempo específico, q_t es la cantidad de soluto adsorbido, k_2 es la constante de velocidad de pseudo segundo orden, q_t es la cantidad de soluto adsorbido en cualquier tiempo, q_e es la cantidad absorbida en el equilibrio, t tiempo de contacto (min). (Ramírez, 2016, p. 35).

Isotermas de Adsorción

- **Isoterma de Freundlich**

Este tipo de isotermas posee una superficie adsorbente heterogénea, no posee estas isotermas interacciones laterales entre las moléculas que será adsorbida y que solo se pueden adsorber en una monocapa

Definida por la ecuación de:

$$\log q = \log K_f + \frac{1}{n} \log C$$

Log q (Capacidad de captación del metal)

Log K (Donde k es la constante de capacidad de adsorción)

Log C (Concentración del adsorbato)

N (es la constante de intensidad de adsorción)

Los valores de K y 1/n pueden ser obtenidos del intercepto y la pendiente que resultan de graficar $\log(q)$ v.s. $\log(c)$.

- **Isoterma de Langmüir:**

(Lazo, 2008, p. 8). Este tipo de isoterma todos sus centros activos de adsorción deben de ser equivalentes, donde la capacidad de cada molécula para poder unirse en la superficie es independiente si existen o no zonas ocupadas. Por otro lado, la adsorción se limita a una sola capa sin tener interacciones laterales con moléculas del adsorbato. Ésta isoterma está conformada por la siguiente ecuación:

$$\frac{C_{eq}}{q} = \frac{1}{q_{max} K_{ads}} + \frac{C_{eq}}{q_{max}}$$

C: Concentración del adsorbato en equilibrio mg/l.

q: La capacidad máxima de adsorción del adsorbato en mg/l.

K: Constante de capacidad de adsorción.

Adsorción

La adsorción tiene varios procesos, sus fuerzas actúan en tipos diferentes adsorción frecuentemente interactúan dando como resultado al origen de un soluto en una interface es por ello, que es difícil diferenciar entre adsorción física y química. En sí, la mayoría de los fenómenos de adsorción son combinaciones de los 3 tipos de este. (López, et al. 2008).

El proceso de adsorción

Este es un método muy empleado, con respecto a la contaminación de efluentes líquidos. Por otra parte, la adsorción y remoción es importante en el uso de isothermas de adsorción y el parámetro “q” el cual mide la capacidad máxima de adsorción del adsorbato (José, et al. 2008).

Estructura de las algas

Se las describen como conjuntos heterogéneos de organismos autótrofos, estos tienen una gran complejidad morfológica. Se las pueden encontrar en diversos ecosistemas acuáticos y terrestres del mundo y forman parte esencial de la diversidad de los cuerpos acuáticos (Carmona, Hernández y Ramírez, 2004, p. 8).

Características de los efluentes de minería.

Dependerá mucho de lo que se utilice y de sustancias o reactivos con ello, los principales parámetros químicos que se ven afectados son:

- a) pH: Acidez o basicidad
- b) Sólidos Sedimentables o suspendidos
- c) Sales Disueltas como: Sulfuros y otros
- d) Metales Pesados: Cu, Fe, Se, Pb, etc.

Base Legal

Ley general del ambiente (ley 28611)

Describe las obligaciones y cumplimientos a los cuales no se pueden renunciar, por ejemplo, el desarrollo y crecimiento saludable o sostenible, nos habla además de la estabilidad que se debe de tener en el ámbito de la salud de la población y del medio ambiente o cualquier tipo de ecosistema, esto con el fin de mejorar la gestión y lineamientos que se disponen en la ley referida.

Ley de Gestión Ambiental (Ley N°28245)

El siguiente reglamento verifica y hace cumplir las metas establecidas por el ministerio de procedencia, se da el seguimiento a empresas nacionales y privadas, favorece, además la secuencia presentada por los lineamientos ambientales, las funciones del CONAM y los organismos, locales y regionales. Busca también el cumplimiento de las responsabilidades y el aseguramiento de estas.

- Ley de los recursos hídricos N° 29338 (publicado el 31 de marzo del 2009)
- D.S.N° 0010 -2010-MINAM. Aprueban estándares de Calidad de agua (ECA) para agua.
- D.S.N° 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (MLP) para efluentes de Ptar.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos D.S.N° 001-2010-AG (Publicada el 24 de marzo).
- Norma OS 090 Planta de Tratamiento de aguas Residuales
- Decreto Supremo N° 022-2009- Vivienda modificación de la norma OS.090 (26.11.2009).

Normativa Ambiental

Las actividades mineras se rigen por las normas ambientales del sub sector minero relacionado al tema ambiental, así como las distintas normas ambientales nacionales emitidas por el Ministerio del Ambiente relacionadas a las actividades Minero-Metalúrgicas.

LÍMITES MÁXIMO PERMISIBLES (LMP).

En el Decreto Supremo N° 0010-2010- MINAM (El Peruano 21 de Agosto de 2010), se aprueba los límites máximo permisibles para descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas.

Tabla 1. Límites máximos permisibles para efluente minero.

| Parámetro | Unidad | Límite en cualquier momento | Límite para el promedio anual |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------|
| pH | | 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 |

1.4 Formulación del Problema

Problema General

¿Cuál es la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero Arequipa 2019?

Problemas Específicos

¿Cuál es la manera en que la remoción de plomo es influenciada por la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019?

¿En qué medida influyen las características del proceso de floculación en la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019?

1.5 Justificación del estudio

La investigación busca evaluar la remoción de plomo en aguas residuales mineras mediante la alga *Macrocystis integrifolia* como coagulante e identificar su eficiencia como coagulante natural en base a esta alga aplicadas a aguas contaminadas con plomo con la finalidad de reducir costos en el tratamiento de aguas contaminadas por metales pesados que pueden ser aplicados a la minería y otras industrias; además esta investigación también permitirá evidenciar la eficiencia del coagulante natural para que sobre él se deriven otras investigaciones que permitan complementar su potencial coagulante.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

La eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* es significativa en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

Hipótesis específicas

La manera en que la remoción de plomo es influenciada por la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* es significativa en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

Las características del proceso de floculación influyen significativamente en la eficiencia del alga *Macrositys integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

1.7 Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

Objetivos Específicos

- La manera en que la remoción de plomo es influenciada por el alga *Macrocystis integrifolia* es significativa en la aplicación de la cinética de adsorción del plomo, efluente minero, Arequipa 2019.
- Las características del proceso de floculación influyen en la eficiencia alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.

2 MÉTODO

2.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que su finalidad es conocer la relación existente entre dos o más variables, así como su grado de asociación y después poder cuantificar y analizar su relación. Además permite responder a las preguntas de investigación, a través de distintas herramientas estadísticas de correlación (Ávila, 2010, p. 10).

2.2 Diseño de Investigación

Es cuasi experimental ya que este diseño incluye una o más variables independientes como dependientes, permitiendo la realización de pruebas antes y después con la finalidad de evaluar la evolución de los resultados. Un sentido particular del diseño experimental se refiere al estudio donde se maneja intencionalmente una o más variables independientes con el fin de analizar los efectos que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control para el investigador (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2010, p. 15).

2.3 Variables, Operacionalización

Variables

Variable Independiente:

Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia*

Variable Dependiente:

Aplicación de la cinética de adsorción de plomo

Operacionalización de las variables

Para evaluar la variable independiente, eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia*, se realizarán la operacionalización y se ejecutará el recorrido de este análisis. Para evaluar la variable dependiente, adsorción de plomo, se evaluará los métodos y las características físicas químicas.

| Tabla 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | |
|--|--|---|--|--------------------------|---------------------------|
| Variable independiente (X): Eficiencia del alga <i>Macrocystis integrifolia</i> | | | | | |
| Eficiencia del alga <i>Macrocystis integrifolia</i> | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
| | Las especies de <i>Macrocystis</i> poseen un alto nivel de diversidad morfológica, actualmente diversos estudios se puede resaltar la <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i> . Asu vez, puede ser aplicado al área farmacéutica, alimentaria, textil, papaelera, cervecera y purificador de agua. Según, Salavarría, Erika. (2014). | La eficiencia del alga <i>Macrocystis integrifolia</i> se medirá a través de la remoción de Plomo obtenida mediante el proceso de Test de Jarras en un efluente minero. | Remoción de Plomo | Concentración final | mg/l |
| | | | | Tiempo de mayor remoción | min |
| | | | Características del proceso de floculación | Tiempo | rpm |
| Velocidad de agitación | | | | rpm | |
| Variable Dependiente (Y): Aplicación de la cinética de adsorción de plomo | | | | | |
| Aplicación de la cinética Adsorción de Plomo | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
| | El plomo es un metal tóxico y, debido al daño que puede producir su ingesta, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) lo ha clasificado entre las 20 sustancias químicas más peligrosas para la salud humana, su adsorción hay parámetros que afectan su adsorción pH, volumen, tiempo de contacto y temperatura. Según, Lavado, Carmencita; Sun, María y Bendezú, Salvador. (2013). | La adsorción del plomo consiste en airear la muestra con oxígeno para acelerar el grado de oxidación de los metales, el metal se vuelve hidróxido y precipita por mi floculante la cual es alga <i>Macrocystis integrifolia</i> . | cinética | Primer orden | Ordinal |
| | | | | Segundo orden | Ordinal |
| | | | Adsorción | Langmuir | Ordinal |
| Freundlich | | | | Ordinal | |

2.3 Población y muestra

Población

(Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Afirman que la población es un conjunto de casos que se al relacionarlas poseen ciertas características en común, a su vez éstas deben ser evaluadas para determinar las muestras que se desean evaluar.

En la presente investigación la población está conformada por el efluente minero ubicado en el departamento de Arequipa y el alga *Macrocystis integrifolia* la cual se encuentra industrializada actualmente en el Perú, ya que solo se exporta, la empresa de donde obtuvimos la harina de alga es Peruvian Seaweeds, S.R.L. Asimismo cuenta con 3 sedes a nivel nacional en Ilo, Pisco y Lurín este último es de donde extrajimos nuestra población ubicada en Departamento de Lima, Lurín,

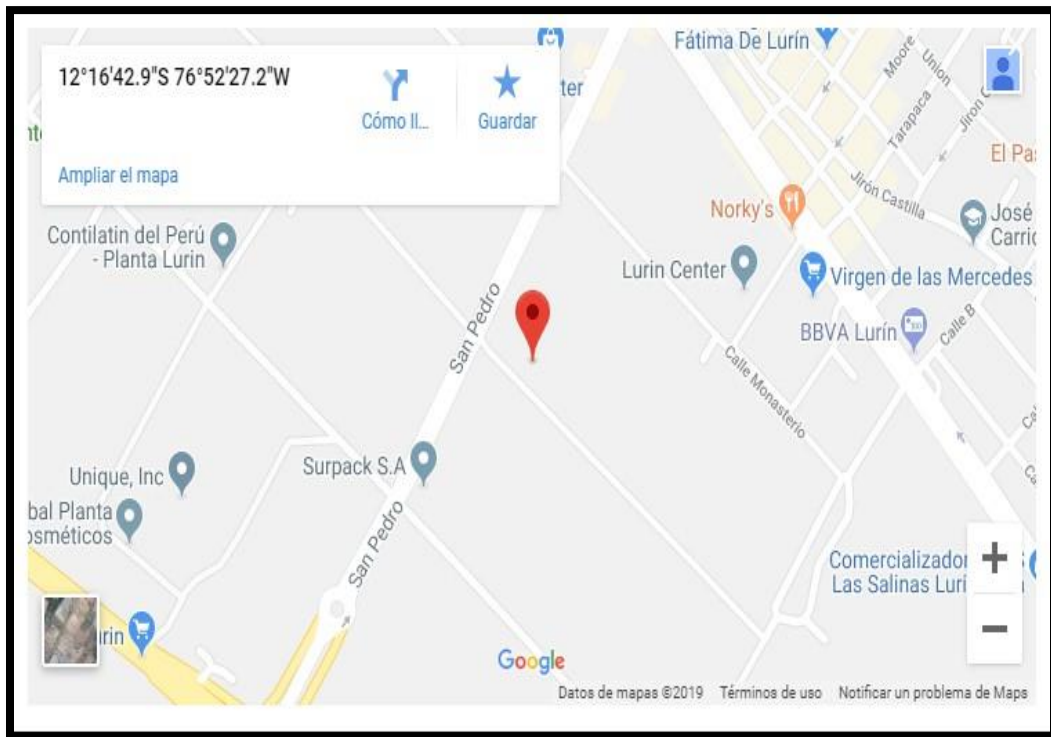


Figura 7. Ubicación de la adquisición de la harina de alga en 16, Av. Paul Poblet Parcela D19.

Muestra

Para la muestra de efluente se utilizó 81 litros de agua residual minera.

Se utilizó 50 gr. la Harina de alga *Macrocystis integrifolia* como floculante natural, con los cuales se realizarán análisis con 8 concentraciones distintas con plomo.

El tipo muestreo

Hernandez, R; Fernandez, C y Baptista, P (2010). El muestreo fue no probabilística ya que, la muestra fue representada según criterio del investigador y esta se utiliza en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas, estos criterios se basaron:

- Accesibilidad del lugar para la toma de muestra
- Accesibilidad para la toma de muestra.

Ubicación de la toma de muestra del efluente minero

El efluente minero fue extraído de la Unidad minera la Curva, la cual se encuentra ubicada en el distrito de Caravelí, departamento –Arequipa.



Figura 8. Imagen de la zona de extracción de la muestra.

2.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de Recolección de datos

La técnica que se empleó para este estudio fue mediante análisis experimental en laboratorio, ya que se realizó la validación, su registro y confiabilidad del comportamiento y situaciones observables (Hernández, Fernández y Baptista 2010).

Instrumento de Recolección de datos (IRD)

El instrumento que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue la ficha de registro, el cual fue elaborado por la presente donde se colocó la información obtenida procedente de la observación y el análisis de los experimentos.

Estos instrumentos de recolección fueron los siguientes:

Equipos:

- Multiparámetro
- Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con una lámpara de plomo
- Equipo digestor

Validez y confiabilidad

Se valida el instrumento mediante la aprobación de 4 ingenieros de la Universidad Cesar Vallejo.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Título: Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero Arequipa 2019.

Tabla 3. Equipos de laboratorio utilizados.

| NOMBRE | MARCA y SERIE | AUTOR | AÑO |
|-------------------|---------------------|---|------|
| Multiparametro | TDS.DO (PL-700AL) | “Para que este instrumento funcione de una manera óptima, se requiere que tenga una buena calibración para que a la hora de obtener los resultados den valores dentro de su pH real” (Tenelanya y Muyulema, 2013, p. 27). | 2018 |
| Turbidimetro | TUB-430 (00031169) | “Este equipo acondiciona automáticamente el rango óptimo en función a la turbidez que la muestra presente y este a su vez mide infrarrojos” (Contreras y Gómez, 2012, p. 2). | 2018 |
| Balanza Analítica | Velat (VE-303) | Es comúnmente utilizada para la medición del peso la masa de un cuerpo o | 2018 |

| | | | |
|------------------------------------|---------------------------|---|------|
| | | sustancia, además de cuantificar como la gravedad actúa sobre dichos cuerpos (Manual de mantenimiento de equipos de laboratorio, 2015, p. 43) | |
| Espectrómetro de absorción Atómica | Thermo Fisher (Ice™ 3300) | Permite la determinación de Hg mediante la generación de hidruros. Previamente las muestras deben ser disueltas aplicando el método de digestión con agua regia invertida (HNO ₃ :HCl). Este mismo sistema, nos permite analizar también: Sb, Pb, Sn, As, y Bi. INGEMMET (2010). | 2013 |

2.5 Método de análisis de datos:

Caracterización inicial del contenido metálico de efluente minero.

Tabla 4 Caracterización inicial del agua residual minera

| MUESTRA | EFLUENTE MINERO |
|-----------|-----------------|
| pH | 7.5 |
| Fe (mg/l) | 507.04 |
| Cu (mg/l) | 41.80 |
| Zn (mg/l) | 0.88 |
| Pb (mg/l) | 1.01 |
| Mn (mg/l) | 6.67 |
| Cd (mg/l) | 0.02 |
| As (mg/l) | 0.11 |

Fuente Universidad Nacional de Ingeniería (2019).

TRATAMIENTO

Se agregó Pb (NO₃) con la finalidad de incrementar las concentraciones de plomo, agregando por cada 1000ml 1,6gr Pb (NO₃) para luego diluirlo.

1000mg Pb(N₃)₂ /l

331,2gr. [Pb (N₃)₂] – 207,2gr. (Pb⁺²)

x → 1 gr

x = 1,6gr. Para 1 l de agua

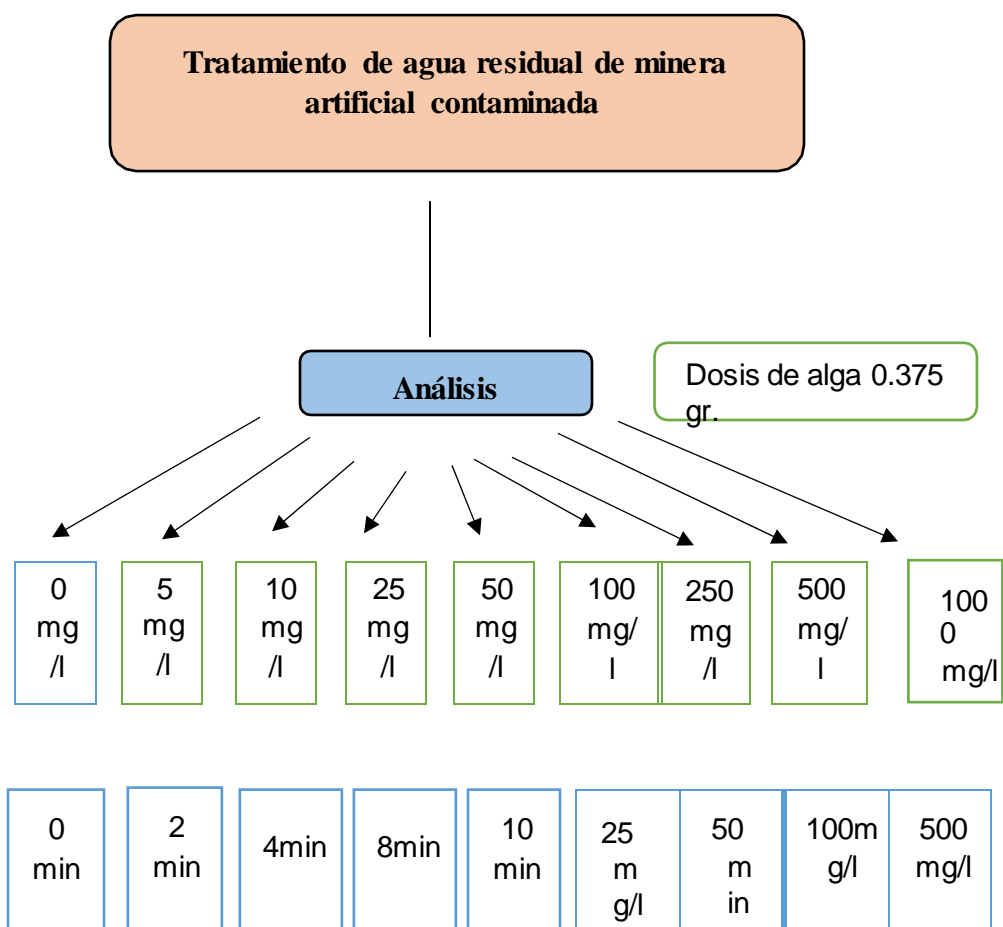
↓
1000mg Pb⁺² /l

Se trabajó con 9 concentraciones las cuales fueron: 0,0mg /l; 0,5 mg/l, 10 mg/l, 25 mg/l, 50mg/l, 100 mg/l, 250 mg/l, 500 mg/l, 1000mg/l con 2 repeticiones por cada concentración. La cinética de bioadsorción se determinó con 500 ml de solución de plomo⁺² con 0.375 gramos de adsorbente con pH 6.4, agitación a 200 rpm durante 2min,

4 min, 6 min, 8 min, 10 min, 15min, 20min y 30 min. Finalmente, se colocan en las fiolas adicionándole agua destilada hasta completar los 100 ml para ser leídos en el equipo de adsorción atómica.

Figura 9.

FLUJOGRAMA DE DISEÑO EXPERIMENTAL



Para analizar los datos se utilizó el programa de Minitab v. 2018, en el cual fueron utilizados los gráficos de dispersión para comparar los cambios que se obtuvieron de las diferentes muestras analizadas.

Para la Isoterma y la cinética se realizaron con el programa de Excel.



Figura 7. Muestra de Pb (NO₃)



Figura 8. Dilución del efluente con plomo



Figura 9. Muestras con plomo



Figura 10. Preparación de dosis



Figura 11. Peso de la Macricystis



Figura 12. Muestras en el equipo digestor



Figura 13. Lectura de muestras en el equipo de adsorción atómica

RESULTADOS

Tabla 5. Resultados de los análisis.

Volumen 0.5 L, Adsorbente: 0.375 gr.

| Concentración de Pb (mg/l) | | 2 min | | | 4 min | | | 6 min | | |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| C1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C2 | 5 | 0,021 | 0,020 | 0,022 | 0,018 | 0,020 | 0,018 | 0,016 | 0,015 | 0,017 |
| C3 | 10 | 0,024 | 0,026 | 0,025 | 0,021 | 0,023 | 0,022 | 0,018 | 0,017 | 0,019 |
| C4 | 25 | 0,036 | 0,035 | 0,036 | 0,033 | 0,033 | 0,035 | 0,025 | 0,027 | 0,024 |
| C5 | 50 | 0,023 | 0,025 | 0,024 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,018 | 0,016 | 0,017 |
| C6 | 100 | 0,070 | 0,072 | 0,071 | 0,061 | 0,060 | 0,062 | 0,038 | 0,025 | 0,027 |
| C7 | 250 | 0,800 | 0,801 | 0,802 | 0,758 | 0,756 | 0,758 | 0,358 | 0,350 | 0,357 |
| C8 | 500 | 0,032 | 0,032 | 0,033 | 0,021 | 0,022 | 0,023 | 0,020 | 0,018 | 0,019 |
| C9 | 1000 | 0,510 | 0,509 | 0,510 | 0,492 | 0,491 | 0,493 | 0,452 | 0,450 | 0,449 |

Tabla 6. Resultados de los análisis.

| Concentración de Pb (mg/l) | | 8 min | | | 10 min | | | 15 min | | |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| C1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C2 | 5 | 0,014 | 0,016 | 0,015 | 0,010 | 0,011 | 0,009 | 0,007 | 0,006 | 0,005 |
| C3 | 10 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,002 |
| C4 | 25 | 0,005 | 0,006 | 0,004 | 0,005 | 0,003 | 0,005 | 0,004 | 0,004 | 0,003 |
| C5 | 50 | 0,016 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,013 | 0,014 | 0,011 | 0,010 | 0,011 |
| C6 | 100 | 0,018 | 0,020 | 0,019 | 0,015 | 0,013 | 0,014 | 0,014 | 0,013 | 0,014 |
| C7 | 250 | 0,027 | 0,028 | 0,027 | 0,024 | 0,022 | 0,023 | 0,017 | 0,018 | 0,016 |
| C8 | 500 | 0,022 | 0,020 | 0,023 | 0,020 | 0,019 | 0,020 | 0,018 | 0,017 | 0,018 |
| C9 | 1000 | 0,438 | 0,437 | 0,439 | 0,350 | 0,348 | 0,349 | 0,228 | 0,227 | 0,229 |

Tabla 7. Resultados de los análisis.

| Concentración de Pb (mg/l) | | 20 min | | | 30 min | | |
|----------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| C1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C2 | 5 | 0,00 1 | 0,00 1 | 0,00 2 | 0,00 1 | 0,00 1 | 0,00 1 |
| C3 | 10 | 0,00 2 | 0,00 3 | 0,00 2 | 0,00 1 | 0,00 1 | 0,00 2 |
| C4 | 25 | 0,00 4 | 0,00 5 | 0,00 7 | 0,00 2 | 0,00 3 | 0,00 2 |
| C5 | 50 | 0,00 9 | 0,01 0 | 0,00 9 | 0,00 5 | 0,00 6 | 0,00 5 |
| C6 | 100 | 0,01 3 | 0,01 4 | 0,01 3 | 0,00 8 | 0,00 9 | 0,01 0 |

| | | | | | | | |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| C7 | 250 | 0,01 2 | 0,01 2 | 0,01 3 | 0,00 4 | 0,00 3 | 0,00 5 |
| C8 | 500 | 0,01 7 | 0,01 8 | 0,01 9 | 0,01 0 | 0,00 9 | 0,01 0 |
| C9 | 100 0 | 0,09 4 | 0,09 5 | 0,09 4 | 0,04 0 | 0,03 8 | 0,03 9 |

Cinética de Adsorción

Tabla 8. Promedios de las concentraciones

| t(min) | 5 (t/qt) | 10 (t/qt) | 25 (t/qt) | 50 (t/qt) | 100 (t/qt) | 250(t/qt) | 500 (t/qt) | 1000 (t/qt) |
|---------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 2 | 0.301 | 0.150 | 0.060 | 0.030 | 0.015 | 0.006 | 0.003 | 0.002 |
| 4 | 0.602 | 0.301 | 0.120 | 0.060 | 0.030 | 0.012 | 0.006 | 0.003 |
| 6 | 0.903 | 0.451 | 0.180 | 0.090 | 0.045 | 0.018 | 0.009 | 0.005 |
| 8 | 1.204 | 0.600 | 0.240 | 0.120 | 0.060 | 0.024 | 0.012 | 0.006 |
| 10 | 1.503 | 0.750 | 0.300 | 0.150 | 0.075 | 0.030 | 0.015 | 0.008 |
| 15 | 2.253 | 1.125 | 0.450 | 0.225 | 0.113 | 0.045 | 0.023 | 0.011 |
| 20 | 3.001 | 1.500 | 0.600 | 0.300 | 0.150 | 0.060 | 0.030 | 0.015 |
| 30 | 4.501 | 2.250 | 0.900 | 0.450 | 0.225 | 0.090 | 0.045 | 0.023 |

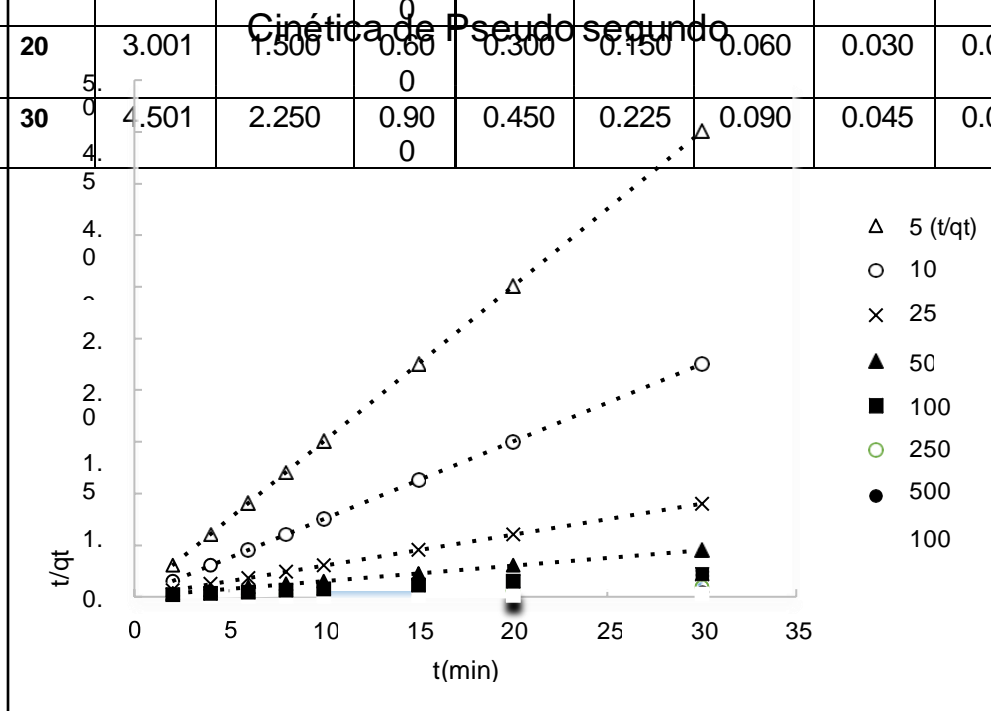


Figura 19. Cinética de adsorción Pseudo segundo orden para agua residual minera contaminada con plomo.

Isotermas de Adsorción

$$q = \frac{V(C_i - C_{eq})}{M}$$

| |
|--|
| q = Capacidad del metal (mg de metal de biosorbente) |
| V = Volumen de la solución con metal (0.5 L) |
| C _i = Concentración inicial del metal (mg de metal /L de solvente) |
| C _{eq} = Concentración del metal en equilibrio (mg de metal /L de solvente) |

- **Isoterma de Langmuir**

$$\frac{C_{eq}}{q} = \frac{1}{q_{max}K_{ads}} + \frac{C_{eq}}{q_{max}}$$

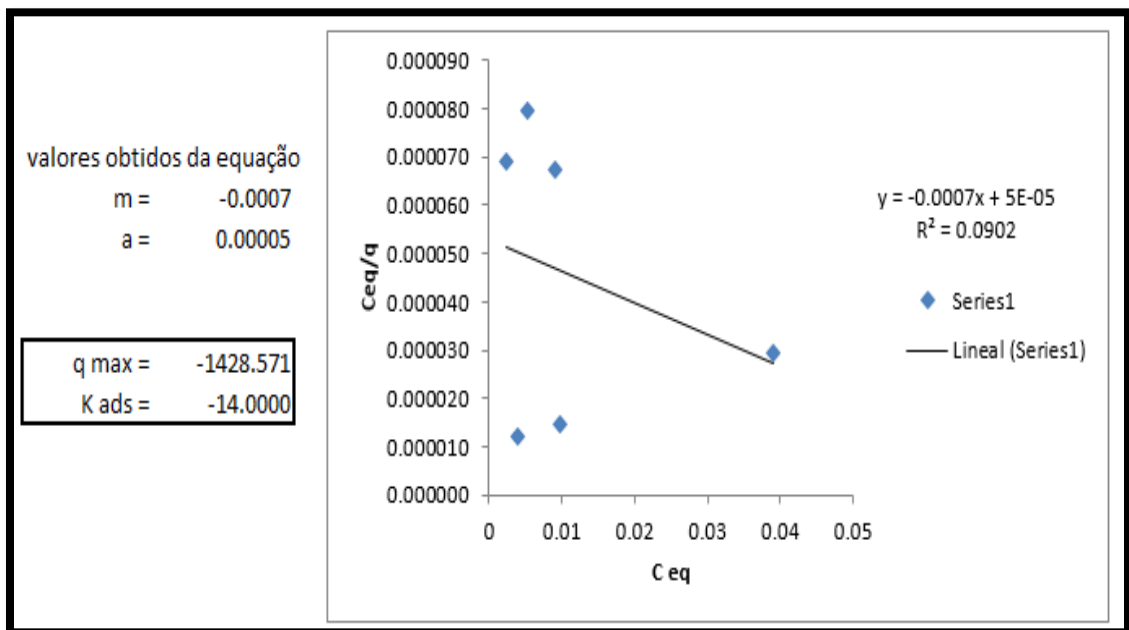


Figura 20. Isoterma de adsorción para agua residual minera contaminada con plomo.

- **Isoterma de Freundlich**

$$\log q = \log K_f + \frac{1}{n} \log C$$

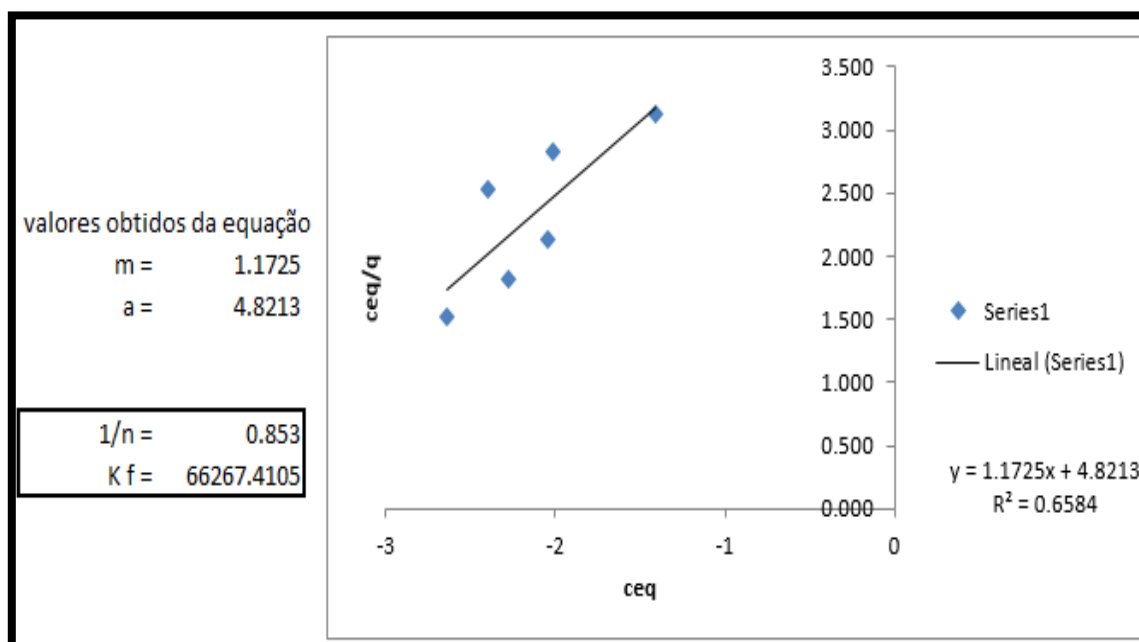


Figura 21. Isoterma de adsorção para água residual mineral contaminada com plomo.

IV. Discusión de resultados

- La eficiencia de adsorción de plomo de efluente minero utilizando el alga *Macrocystis integrifolia*, los resultados muestran en la Tabla N° 9 el plomo presente en el agua residual minera que logró reducir entre 98% y 99.9% pero de todos ellos el que obtuvo un mayor porcentaje de adsorción fue en el tiempo de 30 minutos a 200 rpm con una concentración de 250 mg/l, arrojando resultados hasta de 0.001 mg/l de plomo en agua residual minera, ello fue corroborado con las repeticiones de análisis, Por otro lado, los análisis obtenidos de todas las muestras se pueden visualizar en las Tablas N° 5, Tabla N° 6 y Tabla N° 7. Por ende, para que se de este resultado se tuvo en cuenta la dosis del alga y las concentraciones en distintos tiempos. Es decir, en todos los análisis que se realizaron hubo remoción sin necesidad de variar mucho el pH. Arrojando resultados hasta de 0.001 mg/l, lo que coincide con Cuizano, Llanos y Navarro (2009), quien trabajó con algas *Lessonia* y *Macrocystis* para remover 2-clorofenol solución preparada en 1000 ppm en un litro a 200 rpm.
- La cinética de adsorción más eficiente se evidenció a los 30 minutos con una concentración de 250 mg/l y dosis de adsorbente de 0.375 gr. esto coincide con Pérez (2016) quien realizó estudios con quitosano-zeolita para remover fluoruros quien trabajando con adsorbente de 0.1 gr. De adsorbente pudo remover la misma cantidad que las obtenidas en esta investigación. los experimentos de absorción tuvieron un mejor ajuste al modelo de Freundlich. Por lo tanto, ambos compuestos pueden considerarse buenos adsorbentes para la eliminación de fluoruro o plomo en agua, además de ser biodegradables y amigables con el medio ambiente.
- Evidenciando con ello, que pocas investigaciones han optado por la utilización de un coagulante natural y que tiene muchos beneficios comparados con los coagulantes comúnmente utilizados en las industrias de tratamiento de aguas.

- Negm (2018) en su investigación sobre eliminación de metales de efluentes mineros, trabajó con 4 especies de algas *Cystosiera*, *Sargessum*, *Vulgare* y *Turninaria*, quien utilizó la misma velocidad de agitación de 200rpm donde utilizó una dosis Adsorbente de 0.375 gr. Mucho menor al compararla con este experimento al utilizar 1 gr. Finalmente obteniendo una remoción del 85%.

V. Conclusiones

- Se concluye que la eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo es significativa ya que se logró adsorber concentraciones considerables comprobando su eficiencia de remoción.
- El alga *macrocystis integrifolia* empleada para la adsorción del plomo influyo mucho en la remoción del plomo al emplearse el tamaño de partícula óptima de 180 μm con un tamiz n° 180 y su peso de .0375 gr. Estas características jugaron un papel importante en la adsorción del plomo. Asimismo, los resultados obtenidos en la cinética de adsorción con mejor tiempo de 30 minutos con dosis de 250mg/l de plomo.
- Las concentraciones de plomo, los tiempos empleados, la dosis utilizada influyeron en el proceso de floculación y en la eficiencia de la adsorción de plomo aplicando la cinética de adsorción.

Recomendaciones

- Las muestras deben ser filtradas adecuadamente para evitar alteraciones en las lecturas de adsorción con el equipo de adsorción atómica.
- Realizar pruebas con más tiempos de los ya empleados en esta investigación para evidenciar su cinética de adsorción.
- Se recomienda realizar pruebas con más dosis de la ya empleadas en esta investigación para evidenciar con más detalle su cinética de adsorción y observar su comportamiento en el tiempo.

Bibliografía

- LLANO, Biviana; CARDONA, Jhon y OCAMPO, David. En su investigación, Tratamiento fisicoquímico de las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio de arcillas y alternativas de uso de los lodos generados en el proceso. [en línea]. 2014, [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2018]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000300010
 - ISSN: 0718-0764
- TRUJILLO, Daniela; DUQUE, Luisa y ARCILA, Juan. En su investigación Remoción de la turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. [en línea]. 2014, [Fecha de consulta: 6 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3420/342031331003.pdf>
 - ISSN: 0120-100X
- DOS SANTOS, Alexander y MORA, Fredy. En su investigación Análisis experimental de tratamientos floculantes de residuos orgánicos derivados de la producción porcina. [en línea]. 2014, n.o 34, [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2018]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202007000100006
 - ISSN: 0718-1620
- CHOQUE, Yudith; SOLANO, Ayde y RAMOS, Betsy. En su investigación Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. [en línea]. 2014, n.o 02, [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2018]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008
 - ISSN: 2224-6185

- ARIAS, Arnol; HERNANDEZ, José Luis y CASTRO, Andrés. En su investigación Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural. [en línea]. 2014, n.o 01, [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe/v15nspea04.pdf>
 - ISSN: 1692-3561

- CHAVES, P; VARGAS, M y ARAYA-OBANDO, A. En su investigación estudio de remoción de arsénico en agua potable a nivel domiciliario mediante oxidación solar y coagulación – floculación. [en línea]. 2015, n.o 01, [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/remocion-agua.pdf>
 - ISSN: 2226-2584

- Chávez, Georgina. Nanotecnología una alternativa para el tratamiento de aguas residuales: Avances, ventajas y desventajas. [en línea]. 2018, n.o 09, [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942018000100005
 - ISSN: 2072-9294.

- Restrepo, H. (2013). Evaluación del proceso de Coagulación – Floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Colombia, Facultad de minas. Pág. 53.

- Andía, Y. (2013). Tratamiento del agua, coagulación y floculación. Lima, Sedapal. Pág. 10.

- Morales, A; Méndez, R & Tamayo, M. (2013). Tratamiento de aguas residuales de rastro mediante semillas de Moringa Oleífera LAM COAGULANTE. México. [En línea]. 2013, [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93912996021.pdf>
 - ISSN: 1870-0462

- González, C. Evaluación temporal de la calidad de aguas del río Los Guaos de Santiago de Cuba, Cuba. [En línea]. 2014, [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543738004.pdf>
 - ISSN: 0258-5995

- Neira, L. (2016). Temperatura y calor básicos en los textos de física en la educación media general, Carabobo.
 - ISSN: 2443-4442

- Romero, X; Navarro, P & Noguera, J. (2013). VII Escuela Venezolana para la enseñanza de la química. Venezuela. Universidad de los Andes, saber Ula. Pág. 2.

- Cuizano, N. Et al. Equilibrio ácido base de algas marinas del litoral peruano elucida su alta afinidad por Contaminante Ambientales. Perú. [en línea]. 2007, n° 02, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v73n2/a03v73n2.pdf>
 - ISSN: 2465-4547

- Ribau, M. Et al. Tecnologías verdes para el tratamiento del agua con Cianobacterias y materia orgánica natural utilizando productos de base natural. [En línea]. 2017, Vol. 162, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617311666>.

- Adelayo, O. Et al. Enfoque de la metodología de respuesta de superficie para la optimización del parámetro de proceso para el proceso de coagulación de agua de superficie utilizando semilla de Moringa Oleifera. [En línea]. 2019, Vol. 28, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1026918518300684>

- Liu, Fang. Et al. Desarrollo de un sistema de tratamiento de algas para la eliminación de Selenio: efectos de factores ambientales y procesamiento posterior

- al tratamiento de algas cargadas con Se. [En línea]. 2019, Vol.365, [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389418310343>
- Vuppaladadiyam, A. Et al. Estudio de simulación sobre la comparación del tratamiento de algas con los procesos biológicos convencionales para el tratamiento de aguas grises. [En línea]. 2018, Vol.35, [Fecha de consulta: 13 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926418305009>
 - Singh, Vaishali; Tiwari, A y Das, M. Fito-remediación de aguas residuales industriales y gases de combustión con la generación de algas y diésel a partir de micro algas: una revisión. [En línea]. 2016, Vol. 173, [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236116000405>
 - Arashiro, L. Et al. El efecto del tratamiento primario de aguas residuales en sistemas de estanques de algas de alta velocidad: Recuperación de biomasa y bioenergía. [En línea]. 2019, Vol. 280, [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852419301208>
 - Delanka, H. Et al. Reducción de patógenos en un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de algas que emplea *Galdieria Sulphuraria*. [En línea]. 2019, Vol. 39, [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926418306702>
 - Woo, H. Et al. Tratamiento de concentrado de Osmosis Inversa utilizando MBR a base de algas combinado con pretratamiento con Ozono. [En línea]. 2019, Vol. 39, [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135419303835>

- Lei, P. Et al. Mecanismos de entrada de Biomasa de algas mejorada metilación de Hg microbiana en sedimentos lacustres. [En línea]. 2019, Vol. 126, [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019302119>
- Goncalves, A; Pires, J y Simoes, M. Una revisión sobre el uso de consorcios de microalgas para el tratamiento de aguas residuales. [En línea]. 2017, Vol. 24, [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926416306300>
- Salavarría, E. Análisis de la variabilidad genética de *Macrocystis Spp.* (laminariales) en la costa centro sur del Perú, empleando marcadores mitocondriales. 2014, p. 17.
- Andía, Y. Evaluación de Plantas y tecnologías. Tratamiento del agua Coagulación y Floculación. Sedapal, 2010, p. 35.
- Lavado, C; Sun, M y Bendezú, S. Adsorción de Plomo de efluentes industriales usando carbones activados con $H_3 PO_4$. [En línea]. 2010, Vol. 73, [Fecha de consulta: 16 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3719/371937617008.pdf>
 - ISSN: 1810-634X
- García, S. Introducción a la economía de empresa. España, Díaz de Santos, 2010, p. 156.
- Diario el Peruano. Aporte de la minería PBI. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2019]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia-aporte-de-mineria-al-pbi-65726.aspx>
- Medina, J y Delgado, M. Metodología de entrenamiento de observadores para investigaciones sobre E.F. y deporte en las que se utilice como método la observación. Revista motricidad, 2010, p. 71.

- Ubillus, J. Estudio sobre la presencia de Plomo en el Medio Ambiente de Talara en el año. Tesis digitales UNMSM. 2010, p. 1.
- Londoño, L; Londoño, P y Muñoz, F. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. [En línea]. 2016, Vol. 14, n° 2. . [Fecha de consulta: 17 de abril de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- López, S y Martín, S. Depuración de aguas residuales. Elearning, España. 2015, p. 36.
 - ISBN: 978-84-16360-14-7
- López, C. Et al. Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño. IWA Publishing. España, 2017, p. 45.
 - ISBN: 978-17-80409-13-9
- Romero, M. Et al. Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: Evaluación de la remoción de la carga orgánica. [En línea]. México, 2009 Vol. 25, n° 3. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300004http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000300004
- ISSN: 0188-4999
- Larios, J; González, C y Morales, Y. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Revista de la facultad de ingeniería de la USIL. Vol. 2, n° 2. 2015, p. 54.
 - ISSN: 2311-7915
- Araméndiz, H; Cardona, C y Alzate, K. Prueba de conductividad eléctrica en la evaluación de la calidad fisiológica de semillas en berenjena (*Solanum melongena* L). [En línea]. Perú, 2017 Vol. 8, n° 3. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2019]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172017000300005

- ISSN: 2077-9917
- Ramalho, R. Tratamiento de aguas residuales. México, Reverté. 2010, p. 73.
 - ISBN: 84-291-7975-5
- Roldan, G y Ramírez, J. Fundamentos de Limnología neotropical. Universidad de Antioquía. Colombia. 2da edición n° 15, 2010, p. 180.
 - ISBN: 978-958-711-144-3
- Cogollo, J. Clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados: caso del hidroxiclورو de Aluminio. Colombia, vol. 78, n° 165, 2010, p. 18.
 - ISSN: 0012-7353
- López, M. Tratamiento de Residuos Urbanos o Municipales. España. CIP, n° 20, 2017, p. 83.
 - ISBN: 978-84-681-7939-1
- García, M y Pérez, J. Aguas Residuales composición. México. 2010, p. 23.
 - ISBN: 978-84-674-7933-1
- Moya, L. Tratamiento de Efluentes en la Industria Minera. 2017, p. 4.
 - ISBN: 978-84-687-7899-1
- Khan, F. et al. (2019). Rápida adsorción de iones de plomo utilizando nanofibras de carbono porosas. [En línea]. 2019, Vol. 225, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351930356X>
- Bardestani, R; Roy, C y Kaliaguine, S. El efecto de la oxidación suave con aire de biochar en la optimización del plomo II adsorción de aguas

- residuales. [En línea]. 2019, Vol. 240, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719304232>
- Trang, M. et al. (2019). Eliminación y recuperación de plomo de las aguas residuales mediante un sistema integrado de adsorción. [En línea]. 2019, Vol. 213, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618340022>
 - Manawi, Y. et al. (2018). Mejora de la eliminación del plomo del agua mediante la filtración asistida por complejos con goma de acacia. [En línea]. 2018, Vol. 352, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894718313287>
 - Parvin, F; Yousuf, S y Tareq, S. Aplicación de nanomateriales para la remoción de metales pesados de aguas residuales. [En línea]. 2019, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128139028000083>
 - Borja, N. et al. Estudio de la cinética de biosorción de plomo II en alga *Ascophyllum Nodosum*. [En línea]. 2015, [Fecha de consulta: 5 de Junio de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n3/a03v81n3.pdf>
 - Aduvire, Oswaldo. Drenaje ácido de mina, generación y tratamiento. Tesis (magister en ingeniería ambiental). Madrid: España. Universidad Complutense de Madrid. 2006. p 64. http://info.igme.es/SIDIMAGENES/113000/258/113258_0000001.PDF
 - Ministerio del ambiente. Ley general de ambiente. Ley N°28611. 2005. p 1. <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28611.pdf>
 - Zevallos, Juan. Estabilización del drenaje ácido de mina (DAM) en la empresa paraíso perdido apata. Tesis (magister en gestión ambiental y desarrollo sostenible). Huancayo: Perú. universidad nacional del centro del Perú. 2016. p3.

http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4587/Zevallos%20S..pdf?sequ_ence=1&isAllowed=y

- Ministerio de energía y minas. remediación de pasivos ambientales mineros en el Perú. Ley N° 28271. 2015. p2.
<https://www.youtube.com/watch?v=kZe-cK-K-a8>

- Condeso, J. tratamiento de aguas grises mediante fitorremediación. Tesis (ingeniero ambiental). Lima: Perú. Universidad agraria de la molina. 2015. p15._
<https://es.slideshare.net/NELSHON/tratamiento-de-aguas-residuales-fitorremediacion>

- Rimarachin, P y Huarango, F. tratamiento de aguas de afluentes minero-metalúrgicos utilizando métodos pasivos y activo en sistemas experimentales. Tesis (título profesional de ingeniero metalúrgico). Trujillo: Perú. Universidad nacional de Trujillo, 2015. p2.
<file:///C:/Users/Jason%20Colca/Downloads/1352-3849-1-PB.pdf>

- Gutierrez, S. Estudio de la bioadsorción de cadmio y plomo con biomasa de serranía mercencens M8a-2T, a nivel de laboratorio. Tesis (doctor en ciencias biológicas). Lima: Perú. Universidad nacional mayor de San Marcos, 2015. p15._
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4126/Guti%c3%a9rez_ms.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cuisano, N y Navarro, A. Biorremediación de metales pesados por algas marinas: posible solución a la contaminación a bajas concentraciones. Tesis (magister en ciencias ambientales y tecnologías sustentables). Madrid: España. Universidad complutense de Madrid. 2008. p2._
https://www.researchgate.net/publication/40836141_Biosorcion_de_metales_pesados_por_algas_marinas_Posible_solucion_a_la_contaminacion_a_bajas_concentraciones

- Fernández, I. Contaminación del río Chili en Arequipa durante los años 1972 a 1982 y 1999 a 2004. Tesis (Magister en ciencias ambientales). Arequipa: Perú. Universidad Alas Peruanas. 2006. p1.

revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/download/1197/1172

1.

- Ministerio del Ambiente. Ley de gestión Ambiental. Ley N° 28245. 2004. p1.
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/ley-SNGA-28245.pdf>
- Cinética química, Moreno, Javier. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Molina, 2010. 2 p. ISBN: 81-5682-538-3.
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CINETICAQUIMICAActualizADO_19881.pdf
- Contaminación ambiental una visión desde la química por Orozco Carmen [et al]. Madrid: Paraninfo, 2003. 678 p. ISBN: 84-9732-178-2.
file:///C:/Users/Jason%20Colca/Downloads/Huallpa_SW.pdf
- GONZALES, Laura. Obtención de un surfactante a partir de biomasa residual de Agave durengensi y su aplicación en la remoción de Arsénico por la técnica de aglomeración esférica. Tesis (para optar el grado de doctor en ciencias de bioprocesos). México: Instituto Politécnico Nacional, 2011. 158pp.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n3/0718-0764-infotec-29-03-00081.pdf>
- Algas: Glosario ilustrado por Carmona, Javier; Hernández, Marco y Ramírez, Mónica. México: Mercedes Perelló, 2004. 2 p. ISBN: 78-4526-438-2.
<http://repositorio.ciencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/177709/2004%20Carmona%2C%20J.%20Libro%20-%20Glosario%20Algas.pdf?sequence=2>
- Rojas, Karina y Romero, Víctor. Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca –

- octubre 2017. Tesis (para obtener el grado de químico farmacéutico). Cajamarca: Perú. Universidad Norbert Wiener, 2017. p30.
<http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1854/TITULO%20-%20Afan%20Rojas%2C%20%20Karina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toxicología por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú: Facultad de ciencias biológicas, 2004. p 2. ISBN: 83-3486-183-4.
http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/cfmc/Toxicologia/Toxicocinetica_Carlos.pdf
 - Manual de mantenimiento de equipos de laboratorio: Balanzas. Editorial México: 2015. p 43. ISBN:9701042484_
http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/manual_de_mantenimiento.pdf
 - Ministerio de economía y finanzas: ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF. Editorial: oficina general de tecnologías de la información del ministerio de economía y finanzas- catalogación. 2015. p2.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/doc_siga/catalogo/ctlogo_familias_PIPETA_S.pdf
 - Ramírez, J (2016). Remoción de 17 b – estradiol en medio acuoso con una zeolita modificada HDTMA. Colombia. Facultad de ingeniería química.
file:///C:/Users/Investigacion01/Desktop/Tesis%20Final%2011_08_2016.pdf
 - Jose, c.et al. (2008). Síntesis y caracterización de arcillas organofílicas y su aplicación como adsorbentes del fenol. Perú. Ciencias y filosofías.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v74n4/a02v74n1.pdf>
 - Huerta, O (2015). Planta Piloto de Fermentaciones Departamento de Biotecnología. Lima. Universidad autónoma metropolitana.
<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Adsorcion.pdf>

- Borja, N. et al. Estudio de la cinética de biosorción de plomo (ii) en alga *ascophyllum nodosum*. Facultad de química e ingeniería química, Universidad Mayor de San Marcos. 2015, p. 215.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n3/a03v81n3.pdf>
- Bwapwa J, Jaiyeola R. Chetty. Bioremediation of acid mine drainage using algae strains: A review. Estudios públicos [en línea] Invierno 2019, Vol, 24. [Fecha de consulta: 20 de Julio del 2019].
ISSN: 0713 -1225
<file:///C:/Users/Jason%20Colca/Downloads/1-s2.0-S102691851630035X-main.pdf>
- Jaafari J, Yaghmaeian K. Optimization of heavy metal biosorption onto freshwater algae (*Chlorella coloniales*) using response surface methodology (RSM), la cual fue publicada en *Chemosphere*. Estudios públicos [en línea] Invierno 2019, Vol, 217. [Fecha de consulta: 20 de Julio del 2019].
ISSN: 1245 -4537
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518320800>
- Vafajoo L [et al]. Removal of cobalt (II) ions from aqueous solutions utilizing the pre-treated *2-Hypnea Valentiae* algae: Equilibrium, thermodynamic, and dynamic studies. Estudios públicos [en línea] Invierno 2019, Vol, 331. [Fecha de consulta: 20 de Julio del 2019].
ISSN: 3412 -7623
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894717313591>
- Jun W, Lin-Lin M y Raymond J. Zeng Role of extracellular polymeric substances in efficient chromium(VI) removal by algae-based Fe/C nano-composite. Estudios públicos [en línea] Invierno 2019, Vol, 221. [Fecha de consulta: 20 de Julio del 2019].
ISSN: 0776 -3129
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518314516>

- Sebeia N [et al]. Production of cellulose from Aegagropila Linnaei macro-algae: Chemical modification, characterization and application for the bio-sorption of cationic and anionic dyes from water. Estudios públicos [en línea] Invierno 2019, Vol, 135. [Fecha de consulta: 20 de Julio del 2019].

ISSN: 0823 -1452

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813019307433>

ANEXO

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA | DISEÑO METODOLÓGICO |
|--|---|--|--|---|---|--|--------------------------|------------------|--------------------------------------|
| GENERAL ¿Cuál es la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero Arequipa 2019? | GENERAL Evaluar la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. | GENERAL La eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> es significativa en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. | VI Eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> | La eficiencia que se mide via productividades de la técnica usada a su vez la medición de sus resultados facilitará el grado de eficiencia para la remoción de Plomo mediante la utilización de la <i>Macrocyctis integrifolia</i> . Según, Echevarría, Santiago. (2013). | La eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> se medirá a través de la remoción de Plomo obtenida mediante el proceso de Test de Jarras en un efluente minero. | Remoción de plomo | Concentración final | mg/l | Diseño metodológico: Experimental |
| | | | | | | | Tiempo de mayor remoción | min | |
| | | | | | | Características del proceso de coagulación | Velocidad de agitación | rpm | |
| | | | | | | | Tiempo | min | |
| ESPECIFICOS ¿Cuál es la manera en que la remoción del plomo es influenciada por la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la Aplicación de la Cinética de adsorción de Plomo, efluente minero, Arequipa 2019? ¿En qué medida influyen las características del proceso de floculación en la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la Aplicación de la Cinética de adsorción de Plomo, efluente minero, Arequipa 2019? | ESPECIFICOS Determinar como la remoción del plomo es influenciada por la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. Analizar las características del proceso de floculación en la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. | ESPECIFICOS La manera en que la remoción de plomo es influenciada por el alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> es significativa en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo efluente minero Arequipa 2019. Las características del proceso de floculación influyen significativamente en la eficiencia del alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019. | VI D Aplicación de la cinética de adsorción de Plomo | El plomo es un metal tóxico y, debido al daño que puede producir su ingesta, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) lo ha clasificado entre las 20 sustancias más peligrosas para la salud humana, su adsorción hay parámetros que afectan su adsorción pH, volumen, tiempo de contacto y temperatura. Según, Lavado, Carmencita; Sup, María y Bendezu, Salvador. (2013). | La adsorción del plomo consiste en airear la muestra con oxígeno para acelerar el grado de oxidación de los metales, el metal se vuelve hidróxido y precipita por mi floculante la cual es alga <i>Macrocyctis integrifolia</i> . | Cinética | Primer orden | Nominal | |
| | | | | | | | Segundo orden | Nominal | |
| | | | | | | Adsorción | Langmuir | Nominal | |
| | | | | | | | Freundlich | Nominal | |

Anexo 2: Toma dilución de muestra



Figura 22. Filtro de muestra.

Anexo 3: Imagen de análisis



Figura 23. Muestras preparadas.

Anexo 4: Acta de aprobación de originalidad de tesis

| | | |
|--|--|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1 |
|--|--|---|

Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019", de la estudiante Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 46% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho 16/07/2019



Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

DNI: 08947396

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ing. Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019", de la estudiante Liz Katerin Romani Curihuaman, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho 16/07/2019


Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

DNI: 08947396

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

Anexo 5: Pantallazo del turnitin

ROMANI Y RAMIREZ
4 de 6



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia del alga *Microcystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019.


TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Ambiental

AUTOR:
 Evelyn Giovanna Ramírez Avellancita
 0000-0001-8015-9481
 Liz Katerin Romani Cuzillanman
 0000-0002-5346-1698

ASESOR:
 Ing. Rita Jospeline Cabello Torres
 0000-0002-9965-9678

LISTA DE INVESTIGACIÓN:
 Calidad y Gestión de los Recursos Naturales



Prof. Cabello Torres
 20/10/2019

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 COORDINACIÓN ACADÉMICA
 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
 LIMA - ESTE

Resumen de coincidencias

16 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en Inglés (Beta)

Coincidencias

| | | |
|---|--|------|
| 1 | Entregado a Universida... Trabajo del estudiante | 3 % |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 2 % |
| 3 | dev.scielo.org.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 4 | constructoraindustrialy... Fuente de Internet | 1 % |
| 5 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 6 | ri.uaemex.mx Fuente de Internet | 1 % |
| 7 | Entregado a Universida... Trabajo del estudiante | 1 % |
| 8 | Entregado a Escuela P... Trabajo del estudiante | <1 % |

palabras: 18879
Text-only Report High Resolución Activado

Anexo 6: Autorización de publicación de tesis en repositorio

| | | |
|--|---|--------------------------|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV | Código : F08-PP-PR-02.02 |
| | | Versión : 10 |
| | | Fecha : 10-06-2019 |
| | | Página : 1 de 1 |

Yo Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda, identificado con DNI No 43144425, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Eficiencia del alga *Macrocyctis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 Evelyn Giovanna Ramirez Avellaneda
 DNI: 43144425

FECHA: 16 de Julio del 2019

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 10
Fecha : 10-06-2019
Página : 1 de 1

Yo Liz Katerín Romani Curihuaman, identificado con DNI No 46831084, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


Liz Katerín Romani Curihuaman
DNI: 46831084

FECHA: 16 de Julio del 2019

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

Anexo 7: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

EVELYN GIOVANNA RAMIREZ AVELLANEDA

INFORME TÍTULADO:

” Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 16 DE JULIO DEL 2019.

NOTA O MENCIÓN:

Doce (12)





MG. FERNANDO A. SERNAQUÉ AUCCAHUASI



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Liz Katerin Romani Curihuaman

INFORME TITULADO:

" Eficiencia del alga *Macrocystis integrifolia* en la aplicación de la cinética de adsorción de plomo, efluente minero, Arequipa 2019"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 16 DE JULIO DEL 2019.

NOTA O MENCIÓN: DOCE (12)



MG. FERNANDO A. SERNAQUÉ AUCCAHUASI