



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Uso de *Lessonia nigrescens*, para la absorción de cobre en las  
aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO  
AMBIENTAL

**AUTOR(ES):**

Torres León, Evelyn Karina (ORCID: 0000-0001-8830-0945)

Trebejo Penadillo, Daniel (ORCID: 0000-0003-3111-111X)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LINEA DE INVESTIGACION**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**Lima – Perú**

2021

## Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a Dios, por siempre sostener mi mano y guiarme para poder concluir mi carrera.

A mis padres por su apoyo emocional y sus consejos.

A mi esposo e hijas por estar a mi lado siempre dándome ánimos para seguir adelante hasta cumplir el objetivo, por sus palabras de confianza, amor y dedicación para realizarme profesionalmente.

Torres León Evelyn Karina

Dedico con todo cariño a mi esposa. Quien estuvo apoyándome siempre, quien tuvo paciencia en acompañarme en mi etapa académica, por creer en mi capacidad en todo momento de manera incondicional.

A mis padres por ser fuente de formación constante con su ejemplo. Ellos que con su palabra de aliento me dieron fuerzas para seguir adelante y por siempre mostrarme el cambio hacia la superación.

Trebejo Penadillo Daniel.

## Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo por todo el tiempo brindado como casa de estudios, al Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo, por la confianza en compartir toda su sabiduría en cuanto al trabajo de investigación, a mis compañeros y futuros colegas en los cuales conocí a lo largo de este tiempo de estudio para poder concluir con satisfacción este logro.

Torres León Evelyn Karina

Agradezco a Dios por que cada día bendice mi vida permitiendo tener la oportunidad de lograr ser un profesional, a mis padres, por el amor recibido a través de mi crianza, formación de mi persona y a la universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de contar con docentes como el Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo persona de gran sabiduría que gracias a sus conocimientos me han ayudado a llegar a esta etapa académica.

Trebejo Penadillo Daniel.

## Índice de contenidos

RESUMEN .....	ix
ABSTRAT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población .....	22
3.3.2. Muestreo.....	17
3.3.3. Unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimiento .....	18
3.5.1. Etapa 1: Recolección de muestra. ....	19
3.5.2. Etapa 2: Acondicionamiento de la <i>Lessonia nigrescens</i> .....	25
3.5.3. Etapa 3: Caracterización del agua de mar inicial.....	27
3.5.4. Etapa 4: Proceso de tratamiento y dosis de alga <i>Lessonia nigrescens</i> .....	35
3.5.6 Etapa 5: Evaluación del tratamiento del agua del mar.....	38
3.5. Método de análisis de datos.....	39
3.5.1 Estadística inferencial .....	39
3.7. Aspectos éticos.....	39
IV. RESULTADOS.....	40
4.1 Datos obtenidos en campo. ....	40
4.2 Caracterización del agua contaminada de la bahía de Ilo.....	41
4.3 Oxígeno Disuelto del agua contaminada con Cu (OD) (Método Winkler) ...	41
4.4 Demanda química de oxígeno inicial (DQO) (Método del Dicromato).....	42
4.5 Cloruros inicial del agua de mar (Método del nitrato de plata) (Cl) .....	42

4.6 Demanda bioquímica de oxígeno (DQO5) .....	42
4.7 Contaminación inicial de cobre del agua de mar (Método EPA 350) .....	43
4.8 Tratamiento del agua de mar con alga <i>Lessonia nigrescens</i> .....	44
4.9 Tratamiento 2: Al 4% del alga <i>Lessonia nigrescens</i> .....	47
5. Tratamiento 3: Al 6% del alga <i>Lessonia nigrescens</i> .....	48
V. Discusión .....	54
VI. Conclusiones .....	55
VII. Recomendaciones .....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS .....	62
Anexo 1. Declaratoria de originalidad de los autores .....	62
Anexo 2. Autorización de publicación en repositorio institucional .....	63
Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables .....	64
Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos .....	65
Anexo 5. Expertos que validaron los instrumentos. ....	85
Anexo 6. Certificados de análisis de concentración de cobre antes del tratamiento .....	86
Anexo 7. Certificados de análisis de concentración de cobre después del tratamiento .....	87
Anexo 8. Captura de pantalla del Turnitin .....	88

## Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación Taxonómica.....	13
Tabla 2: Composición de las Algas Pardas.....	14
Tabla 3: Ubicación de la zona de estudio.....	22
Tabla 4: Coordenadas geográficas del primer punto de muestreo.....	19
Tabla 5: Coordenadas geográficas del segundo punto del muestreo.....	20
Tabla 6: Método por tamizado (ASTM 422).....	27
Tabla 7: Registro de datos obtenidos en Campo.....	40
Tabla 8: Caracterización del agua antes del tratamiento.....	41
Tabla 9: Resultados del oxígeno disuelto del agua del mar antes del tratamiento.....	41
Tabla 10: resultados de DQO.....	42
Tabla 11: resultado del análisis de cloruro.....	42
Tabla 12: resultados del ODi del DBO5.....	42
Tabla 13: resultado del ODf del DBO5.....	43
Tabla 14: Resultados del DBO5.....	43
Tabla 15: Resultado del análisis de cobre en la muestra de agua.....	43
Tabla 16: Parámetros físico-químicos (método potenciométrico).....	44
Tabla 17: Parámetros físicos y biológico (método del electrodo multiparámetro).....	45
Tabla 18: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (2% de Alga).....	46
Tabla 19: Parámetros físico-químicos (método potenciométrico).....	47
Tabla 20: Parámetros físicos y biológico (método del electrodo multiparámetro).....	47
Tabla 21: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (4% de Alga).....	48
Tabla 22: Parámetros físico-químicos (Método Potenciométrico).....	48
Tabla 23: Parámetros físicos y biológicos (método del electrodo Multiparámetro).....	49
Tabla 24: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (6% de Alga).....	49
Tabla 25: Estadística del Proceso de Reducción de Cu en el agua de mar.....	50
Tabla 26: Pruebas de normalidad.....	50
Tabla 27: Descriptivos.....	51
Tabla 28: Prueba de homogeneidad de varianzas.....	51
Tabla 29: ANOVA.....	52
Tabla 30: Comparaciones múltiples de los tratamientos para la adsorción de cobre.....	52
Tabla 31: RCu.....	53

## Índice de Gráficos y Figuras

Ilustración 1: Morfología externa de <i>Lessonia nigrescens</i> .....	14
Ilustración 2: Descripción del ciclo de vida de la <i>Lessonia nigrescens</i> .....	18
Ilustración 3: Distribución geográfica de géneros de Macroalgas .....	19
Ilustración 4: Proceso de Sorción.....	20
Ilustración 5: Comparación de los diferentes estudios de remoción de metales con macroalga <i>Lessonia nigrescens</i> bory .....	21
Ilustración 6: Georreferenciación de ubicación de la zona de estudio.....	16
Ilustración 7: Secuencia de la investigación .....	18
Ilustración 8: Ubicación del primer punto de monitoreo según GPS .....	19
Ilustración 9: Ubicación del segundo punto de monitoreo según GPS.....	20
Ilustración 10: Tabla para preservación de muestras .....	22
Ilustración 11: Imagen lateral izquierdo de referencia del Punto de Muestreo. ....	23
Ilustración 12: Imagen lateral derecho de referencia del Punto de Muestreo.....	23
Ilustración 13: Toma de parámetros Físicoquímicos in Situ .....	23
Ilustración 14: Mutiparámetro Calibrado.....	23
Ilustración 15: Toma de muestra A 200 metros de la Zona de descarga del dispositivo o Zona de Mezcla. ....	23
Ilustración 16: Punto de muestreo A 800 metros del Punto de referencia Inicial...	23
Ilustración 17: Recepción de la muestra de agua de mar por el laboratorio para el análisis de cobre. ....	24
Ilustración 18: Muestras de agua de mar para envío a laboratorio.....	24
Ilustración 19: Acondicionamiento de la muestra en cooler y con gel para que mantenga la temperatura hasta su llegada al laboratorio.....	24
Ilustración 20: Preservante de la muestra 1000 ml de agua de mar con 10ml de ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ) .....	24
Ilustración 21: Recajo de macroalgas <i>Lessonia nigrescens</i> varadas y recolectadas mediante la asociación algas marinas Ilo-Perú .....	25
Ilustración 22: Embolsado de macroalgas.....	25
Ilustración 23: Triturado de macroalgas .....	25
Ilustración 24: Macroalgas <i>Lessonia nigrescens</i> .....	25

Ilustración 25: Análisis granulométricos del alga.....	26
Ilustración 26: caracterización de agua de mar -Temperatura .....	27
Ilustración 27: Fórmula para definir el potencial de hidrógeno. ....	28
Ilustración 28: Potencial de Hidrogeno.....	28
Ilustración 29: Diferencia de iones en solución. ....	29
Ilustración 30: Energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo..	29
Ilustración 31: Relación de los sólidos suspendidos con la turbidez. ....	30
Ilustración 32: Procedimiento para obtención de oxígeno disuelto.....	31
Ilustración 33: Procedimiento N°1 del oxígeno disuelto .....	31
Ilustración 34: Procedimiento N°3 del oxígeno disuelto. ....	31
Ilustración 35: Procedimiento N°2 del oxígeno disuelto. ....	31
Ilustración 36: Procedimiento N°4 del oxígeno disuelto .....	32
Ilustración 37: Demanda química del oxígeno.....	32
Ilustración 38: Procedimientos para determinar cloruros N°2 .....	34
Ilustración 39:Procedimientos para determinar cloruros N°1 .....	34
Ilustración 40: Procedimientos para determinar cloruros N°4 .....	35
Ilustración 41: Procedimientos para determinar cloruros N°3 .....	35
Ilustración 42: Procedimiento para separar las muestras de agua de la bahía de Ilo en laboratorio .....	36
Ilustración 43: Calibración de la balanza analítica y pesado de la dosis de algas.	37
Ilustración 44: Acondicionamiento de la muestra .....	37
Ilustración 45: Tratamiento de las muestras.....	38
Ilustración 46: Evaluación del tratamiento del agua del mar .....	38
Ilustración 47: Reducción del contaminante.....	39
Ilustración 48: comportamiento del pH vs potencial Redox.....	44
Ilustración 49: conductividad eléctrica, salinidad y sólidos totales. ....	45
Ilustración 50: Reducción del Cu en el agua de la bahía de Ilo.....	46

## RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo como finalidad determinar la absorción de cobre en aguas contaminadas de la bahía de Ilo, esto se realizó utilizando *Lessonia nigrescens*. Estas macroalgas fueron obtenidas de la empresa exportadora MACROALGAS MARINAS DEL SUR SAC, ubicada en carretera Matarani, Mollendo km 1 Lt. F1a – Arequipa mientras que otra parte fue recolectada de la zona costera de Ilo, mediante la asociación algas marinas recolección extracción y cultivo de una milla Ilo-Perú, las mismas que fueron secadas directamente al sol y trituradas en laboratorio. Esta técnica de adsorción se aplicó en las muestras de agua de la bahía de Ilo, que presenta una concentración de Cu 0.8256 mg/l. se aplicó la prueba de jarra prueba de tratabilidad y de ensayo para encontrar la dosis óptima en la muestra que se trataron con dosis de 30, 60, 90 gr. De algas molidas, también se tomaron diferentes tiempos para cada bloque (3) (estuvo conformado con 6 muestras de agua cada una de 1500ml) con 160 revoluciones por minuto (RPM).

Los resultados demostraron que el tratamiento más eficaz para la absorción de cobre fue la dosis de 2% (30 g) de *Lessonia nigrescens*, en una muestra de 1500ml de agua de mar contaminado con Cu, el cual se redujo hasta 0.0742 mgCu/L, los que fueron absorbidos por el alga, la reducción en este primer tratamiento fue del 91%, variando su pH, los que hace que este precipite cuando se pone más ácido. se observó que la salinidad disminuye con relación a la salinidad de agua de mar que es de 35000 ppm, lo que significa que las sales son absorbidas por el alga, además se demuestra que los sólidos totales disminuyen considerablemente, por tal razón se observa que la conductividad eléctrica es baja con relación a los cloruros presentes ya que estos son de 21979. Asimismo, se determinó la capacidad de adsorción de la macroalga *Lessonia nigrescens* siendo una alternativa novedosa para reducir Cu del agua de la bahía de Ilo.

Palabras claves: *Lessonia nigrescens*, macroalgas, concentración, absorción.

## ABSTRAT

The purpose of this research report was to determine the absorption of copper in polluted waters of the Ilo Bay, this was done using *Lessonia nigrescens*. These macroalgae were obtained from the exporting company MACROALGAS MARINAS DEL SUR SAC, located on the Matarani road, Mollendo km 1 Lt. F1a - Arequipa, while another part was collected from the coastal area of Ilo, through the association marine algae collection, extraction and cultivation of one-mile Ilo-Peru, the same ones that were dried directly in the sun and crushed in the laboratory. This adsorption technique was applied to the water samples from the Ilo bay, which has a Cu concentration of 0.8256 mg / l. The Jar test, treatability test and test were applied to find the optimal dose in the sample that were treated with doses of 30, 60, 90 gr. From ground algae, different times were also taken for each block (3) (it consisted of 6 water samples each of 1500ml) with 160 revolutions per minute (RPM).

The results showed that the most effective treatment for copper absorption was the dose of 2% (30 g) of *Lessonia nigrescens*, in a 1500ml sample of seawater contaminated with Cu, which was reduced to 0.0742 mgCu / L, those that were adsorbed by the algae, the reduction in this first treatment was 91%, varying its pH, which causes it to precipitate when it becomes more acidic. It was observed that the salinity decreases in relation to the salinity of seawater, which is 35000 ppm, which means that the salts are absorbed by the algae, it is also shown that the total solids decrease considerably, for this reason it is observed that the Electrical conductivity is low in relation to the chlorides present since these are 21979. Likewise, the adsorption capacity of the macroalgae *Lessonia nigrescens* was determined, being a novel alternative to reduce Cu from the water of the bay of Ilo.

Keywords: *Lessonia nigrescens*, macroalgae, concentration, absorption.

## I. INTRODUCCIÓN

Los mayores grados de contaminación que se generan vienen dañando nuestro ecosistema y la relación con el mismo, esto se da por el cambio que se genera en las propiedades físicas, químicas o biológicas elementos que son parte de la naturaleza, las mismas que vienen afectando nocivamente al ambiente, en actualidad existen diversas actividades extractivas que realiza el hombre, el aumento de la población en zonas urbanas y el avanzado crecimiento de la industrialización han generado serios problemas de contaminación. Según Martin (EEA, 2019) en su reportaje a la European Environment Agency, menciona que, en el informe que se difundió el 15 de mayo de 2019, en el que se menciona que el 75 y el 96% del área de que se tomó como muestra de los mares regionales de Europa tiene un problema de contaminación por metales pesados. En el informe se menciona a los cuatro mares regionales en Europa afectados a gran proporción, que va desde el 96% de la superficie estimada en el Mar Báltico y el 91% en el Mar Negro, inclusive el 87% en el Mediterráneo y el 75% en el Norte-Oriente atlántico, lo que da a conocer que la posibilidad de que se realicen los objetivos trazados para 2020-2021 sea mínima, parte del objetivo de la Directiva Marco de la Estrategia Marina de lograr un buen estado ambiental en los mares regionales de Europa.

Según el Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2001) El Perú es un país que se basa económicamente en la fabricación, exportación de minerales como plata, zinc, cobre, plomo, oro, hierro y molibdeno, en el año 2018 se registró el aumento de la obtención de minerales: hierro (8,3%), zinc (0,1%) y una disminución en la producción de plomo (-5,9%) y de cobre (-0,4%) en relación al año pasado. La producción de oro a nivel regional disminuyó en mayor proporción en Moquegua (-25,4%), dentro de las operaciones mineras metalúrgicas que se realizan al sur en las zonas de Cuajone, Toquepala e Ilo, siendo este un problema evidenciado durante más de cuarenta años, a impactos negativos en el ambiente, poniendo en riesgo al ecosistema marino costero, secuelas de ello, el litoral costero de Ilo (Tacna) sufre un gran deterioro, que se manifiesta en un impacto físico-químico de sus playa la misma que genera disminución de la densidad población en diferentes

especies hidrobiológicas, intermareal rocoso, submareal y béntico, como consecuencia la pesca artesanal ha sido afectada seriamente

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) en su publicación “Anuario de Estadísticas Ambientales” dio a conocer los volúmenes anuales de aguas residuales industriales autorizadas por actividades económicas, según departamento en el 2017 donde Moquegua tuvo en minería 1 905 000 m<sup>2</sup>, pesquería 6 480 m<sup>2</sup>, energía 4 078 080 m<sup>2</sup>, saneamiento 3 673 683 m<sup>2</sup>, el mismo que tuvo un pH en el 2018 como valor mínimo 7.00 y máximo 8.4. En coliformes termotolerantes las cuales se hallaron en el mar de la costa peruana, según bahía, 2009-2018 (número más probable por 100 mililitro) la bahía de desembocadura del río Ilo tuvo (4,9 x 10<sup>2</sup>) en el 2018, además de presentar el valor mínimo y máximo de cobre total en sedimentos superficiales (microgramo/gramo) donde la bahía de Ilo en el año 2007 tuvo un min 35.84 y max. 266.63, en el 2008 tuvo min 21.62 y max. 270.70, en el 2009 tuvo min 20.25 y max. 136.99, en el 2017 tuvo min 11.40 y max. 946.00. (pp.23-25). Es así que se nace la pregunta del problema General ¿De qué manera absorberá la *Lessonia nigrescens*, la contaminación con cobre del agua de mar de la bahía de Ilo?, específicamente ¿Cuáles serán las características iniciales del agua de mar contaminado con cobre de la bahía de Ilo?, ¿Cómo será el procesamiento del alga *Lessonia nigrescens*, para la absorción del cobre en el agua de mar de la bahía de Ilo?, ¿Cuáles serán las cantidades de *Lessonia nigrescens*, que se utilizarán en el tratamiento del agua de mar de la bahía de Ilo?, ¿Cuáles serán los tiempos que se utilizarán en la prueba de jarras para la reducción del cobre en el agua de mar de la bahía de Ilo?, ¿Cuál será la eficiencia de la *Lessonia nigrescens*, en el proceso de absorción de cobre del agua de mar de la bahía de Ilo?.

La investigación realizada tuvo como niveles de relevancia en lo social, económico, ambiental, y tecnológico ya que la contaminación del agua del mar de la bahía de Ilo –Moquegua, perjudica al ecosistema marino costero de la zona, donde se realiza pesca artesanal de estos se desprende el objetivo general que es determinar la bioadsorción del alga *Lessonia nigrescens*, en la contaminación del agua de mar por cobre de la bahía de Ilo. Teniendo como objetivos específicos: Evaluar el procesamiento del alga *Lessonia nigrescens* para la absorción del cobre en el agua

de mar de la bahía de Ilo, identificar las cantidades de *Lessonia nigrescens*, que se utilizaran en el tratamiento del agua de mar de la bahía de Ilo, determinar los tiempos que se utilizaran en la prueba de jarras para la reducción del cobre en el agua de mar de la bahía de Ilo, determinar la eficiencia de la *Lessonia nigrescens*, en el proceso de bioadsorción de cobre del agua de mar de la bahía de Ilo. Hipótesis: La *Lessonia nigrescens absorbe cobre* de las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, Hipótesis específicas: La cantidad de *Lessonia Nigrescens* para la adsorción del cobre en agua contaminada de la bahía de Ilo será mayor a 20 g., El pH del agua de la bahía de Ilo si variara con la dosis que se emplea para la reducción de cobre, la *Lessonia nigrescens* en el tratamiento de reducción influirá en el potencial de hidrogeno en el agua contaminada de la bahía de Ilo, en el tratamiento del agua contaminada de la bahía de Ilo, la eficiencia será mayor al 60%.

## II. MARCO TEÓRICO

La contaminación hídrica tiene efectos dañinos, causante de los principales problemas, como consecuencia tenemos el vertimiento inadecuado de las aguas residuales de diversas actividades de la industria minera, la cantidad que utilizan de químicos afectan a la calidad ambiental de nuestros ecosistemas, es mayor al mineral extraído (Álvarez et al. 2011)

(Heredia, 2020) El autor ha elaborado un estudio titulado: “Tecnología limpia: Bioadsorción del mercurio (II) por *Lessonia nigrescens* (Alga Parda) en aguas simuladas de acuerdo a la concentración de efluentes mineros en la provincia de Caravelí-Arequipa” tiene por finalidad evaluar el proceso de bioadsorción del Hg (II) en aguas simuladas según la concentración de efluentes mineros en la provincia de Caravelí - Arequipa usando como biomasa al alga parda marina (*Lessonia nigrescens*) que se encuentran en nuestro litoral marino costero y en forma abundante. La metodología fue de enfoque cualitativo y tipo experimental. Se concluye que los tratamientos de 20°C, pH= 3-4 y 2 hrs de contacto, del cual fueron seleccionados para seguir con el sistema de flujo continuo en columna. A nivel de flujo discontinuo se logró remover hasta un 87,82 % de mercurio, con una capacidad máxima de adsorción de 26,87 mg/g de metal Hg (II), en un tiempo de 240 minutos, mientras que en flujo continuo , se trabajó en una columna de vidrio de 4 cm de diámetro con 40 g de biomasa, con un caudal promedio de 11mL por minuto, logrando remover un 99,41 % en los primeros 10 minutos, con una capacidad máxima de adsorción 0,90 mg/g de metal Hg (II), de luego va disminuyendo su capacidad de adsorción hasta alcanzar un 30,84% en un tiempo de 160 minutos, tiempo en el cual comienza a disminuir el caudal de salida en la columna, indicando claramente la saturación de la biomasa.

(Lazo & Mesias, 2019) Los autores en su estudio titulado: “Uso de las algas *Macrocystis Pyrifera* Bory y *Lessonia Nigrescens* Bory para el tratamiento de efluentes mineros” tiene como finalidad analizar el uso de las algas *Macrocystis Pyrifera* Bory y *Lessonia Nigrescens* Bory para el tratamiento de efluentes mineros. Para ello emplea una metodología de tipo descriptiva de enfoque cualitativo. Se concluye que las macroalgas *Macrocystis Pyrifera* Bory y *Lessonia Nigrescens* Bory

remueven estos minerales, por lo tanto, las aplicaciones de estas en los residuos líquidos mineros podrían remediarlos, sin embargo, es muy probable que su comportamiento respecto a su capacidad de remoción sea diferente a los estudios realizados ya que, en esos análisis, los medios acuosos poseían un solo contaminante y por ello su afinidad no fue alterada por la ausencia de interacción con otros metales.

(Apaza & Huahuala, 2019) Los autores han elaborado un estudio titulado: "Bioadsorción del metal cadmio (II) de aguas residuales industriales, utilizando algas marinas marrones" tiene como finalidad Evaluar la bioadsorción con algas marrones *Lessonia nigrescens*, para optimizar las variables de pH, tiempo de retención y concentración de materia absorbente en soluciones procedentes de aguas industriales. Para ello empleo una metodología de enfoque cualitativo de tipo experimental. Se concluye de las corridas experimentales se analizó las muestras, para obtener las concentraciones de cadmio residual en el final tratado, con lo que se determinó que se alcanzaba una adsorción con una eficiencia de 90 a 93 % en el uso de las variables optimizadas. Siendo estas las de pH 6, tiempo 24 horas y concentración de Cadmio del efluente el más alto.

Según Cid et al. (2018), en su publicación "Mecanismos de biosorción de  $\text{Cu}^{2+}$  en la biomasa muerta de *Lessonia nigrescens*: interacción de grupos funcionales y caracterización morfológica" el objetivo en el estudio realizado fue conocer la interacción con el metal y los cambios morfológicos inducido en el proceso de biosorción, las técnicas utilizadas de SEM Y AFM; antes y después. El uso de estas técnicas reveló que el uso de esta biomasa de algas interactúa con los iones de  $\text{Cu}^{2+}$  principalmente a través de grupos carboxilos, sulfonatos e hidroxilos, por enlaces iónico y de coordinación por multidentismode ligandos, que reordenan la rigidez de la pared celular.

(Ccamercco & Pumatanca, 2018) Los autores en su estudio titulado: "Evaluación de alginato de sodio como coadyuvante en la floculación para el Tratamiento de Aguas" tiene con finalidad analizar los flocculantes, coagulantes y otros, los cuales pueden ser del tipo inorgánicos, orgánicos y sintéticos, éstos a su vez permiten la remoción de materiales de naturaleza coloidal en suspensión tales como arcilla,

limo y lodos; sin embargo existen otras alternativas de origen natural como los alginatos, provenientes de las algas marinas pardas, del cual existen antecedentes de su eficacia en la remoción de turbidez. Para ello este estudio fue de tipo experimental de enfoque cualitativo. SE concluyó que el efecto de las variables: pH, concentración óptima de alginato de sodio y tiempo de floculación para el proceso de floculación-sedimentación utilizando Alginato de Sodio extraído de las algas *Lessonia nigrescens* de nuestra región Matarani, Mollendo – Arequipa, el cual fue utilizado como coadyuvante en la etapa de floculación, los cuales fueron expresadas como Eficiencia de remoción de turbidez y tiempo de sedimentación. Asimismo, se determinó el porcentaje de alginato de sodio obtenido en la extracción. Para abordar esta problemática se fijaron como objetivos, la obtención del alginato de sodio a partir del alga-parda (*Lessonia nigrescens*) de producción regional en Matarani, Mollendo; evaluar la capacidad de coagulación del Sulfato de Aluminio y estudiar el alginato de sodio como coadyuvante en el proceso de floculación.

Según Quiroz (2017), cuya tesis, tuvo como objetivo conocer la eficiencia de la biosorción de algas *Macrocystis Pyrifera* para la reducción del metal cobre en solución acuosa las mismas que se trabajaron en laboratorio, dicha investigación es de diseño experimental, los resultados fueron eficientes para tratar soluciones acuosas con el metal cobre, la cual dio como resultado que 1.25 g/l de biomasa es la dosis óptima y pH 5, la cual tuvo una eficiencia de 95.01% y una máxima capacidad para absorber de 6.67 mg/g.

Según Hansen et al. (2016), cuyo trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar dos partes de las algas *Lessonia nigrescens*, hojas y estibas, para ser usadas como biosorbentes de cobre, Los parámetros analizados fueron el efecto del pH y el tiempo de equilibrio, concentración inicial del cobre, relación masa volumen, y tiempo de absorción, los resultados de este estudio reflejaron que al analizar la eficiencia de dos partes diferentes de la *Lessonia nigrescens* para eliminar el cobre de la solución acuosa usando las cuchillas y los estíletes son ambas dependientes del pH, con la mejor adsorción de cobre a pH: 3,2+- 0,2 para ambos, se descubrió que las hojas son mejores biosorbentes que los estíletes en el régimen de menor concentración de cobre estudiado en el trabajo (200-400 mg

L-1) pero en concentraciones más altas los estípites son tan buenos biosorbentes como los aspas.

(Quispe, 2016) El autor en su estudio: “Estudio de niveles de Pb (II) y Cd (II) en macroalgas marinas del litoral arequipeño, como propuesta de bioindicador marino, Arequipa -2015” tiene por finalidad proporcionar más de una alternativa para el monitoreo de metales pesados en el litoral marino de nuestra región, para así utilizar especies propias de nuestro medio y dar a conocer el estado de contaminación del espacio marino de Arequipa. La metodología empleada fue de tipo experimental. Se concluye que al realizar el monitoreo de las macroalgas en los 5 puntos de muestreo se encontraron concentraciones que van de 5.51 a 104.73 mg de Plomo por Kilogramo de macroalga y de 2.24 a 10.00 mg de Cadmio por kilogramo de macroalga, mostrando la macroalga *Lessonia nigrescens* una mayor captación de Cadmio II y Plomo II., habiendo fluctuaciones entre estaciones en el año. En paralelo al monitoreo de las concentraciones de Pb(II) y Cd(II) en las muestras de macroalgas, se realizó también la determinación de los metales pesados en aguas de mar del litoral de la Región Arequipa, correspondientes a los mismos puntos de muestreo del monitoreo, habiendo concentraciones de Plomo en el rango de 24.81 a 34.8 mg/L y de 3.17 a 4.37 mg/L de Cadmio, estando solo en el punto de Tisur por encima de los niveles conocidos como seguros.

Gutierrez et al. (2015) Los autores en su estudio titulado: “Biosorción de cadmio con macroalgas marrones” tiene como finalidad evaluar los experimentos de sorción para la eliminación de cadmio utilizando dos macroalgas marrones *Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica*. Se concluye que, aunque ambos tipos de algas eran capaces de retener cadmio, se observaron diferencias en su comportamiento. El pH óptimo fue de  $3,7 \pm 0,2$  y para alcanzar el equilibrio fueron necesarios 5 días de tiempo de contacto para ambos biosorbentes. La absorción experimental máxima obtenida fue similar para los dos biosorbentes: 95,3 mg Cd g<sup>-1</sup> por *D. antarctica* y 109,5 mg Cd g<sup>-1</sup> por *L. nigrescens*. El modelo de Langmuir describió muy bien las isothermas de sorción de equilibrio para ambos biosorbentes y el modelo de orden de pseudo cebador de Lagergren describió la cinética de sorción para *L. nigrescens* satisfactoriamente y el modelo de pseudo segundo

orden de Ho y McKay para *D. antártica*. Se encontró que la absorción de cadmio por *D. antártica* fue más rápido que por *L. nigrescens*.

He et al. (2014) en la publicación de su artículo titulado: "La revisión integral de la bioabsorción de metales pesados, nos proporciona los resultados del rendimiento, la química y las herramientas de modelado, analizando principalmente las macroalgas como sus derivados, los mismos que fueron evaluados relacionado la composición bioquímica de las algas, en particular su pared celular, así como la química del agua, el modelo de equilibrio teórico del comportamiento del bioadsorbente, algunos grupos funcionales juegan un papel importante en la absorción de metales por fluidos biológicos. El modelo de equilibrio teórico del comportamiento de la bioabsorción funciona bien para describir y predecir los procesos de absorción de metales. Los modelos de difusión intrapartículas pueden describir bien la dinámica de la bioabsorción. Algunos grupos funcionales juegan un papel importante en la absorción de metales por bioadsorbentes.

Raice et al. (2014) en su publicación "Mecanismo de bioabsorción de diferentes metales pesados por algas pardas". El propósito de este estudio fue investigar la matriz de la pared celular de *Sargassum vulgare*, como resultado, se observó que los principales grupos químicos involucrados en la bioabsorción de cationes metálicos son claramente grupos carboxilo, grupos amina, grupos sulfhidrilo y grupos ácido sulfónico. Estos grupos forman parte de la pared celular de las algas. Proteína y peptidoglicano. El principal mecanismo para secuestrar los cationes de cadmio por la biomasa de algas es claramente la quelación, y el mecanismo principal para secuestrar los cationes de níquel es el intercambio iónico. Los cationes de plomo exhiben una mayor afinidad por la biomasa de algas y su mecanismo de unión incluye una combinación de intercambio iónico, reacciones de quelación y reducción con precipitación de plomo metálico en el fondo de la pared celular, durante el intercambio iónico, el calcio, magnesio, hidrógeno y posiblemente otros cationes (sodio y potasio) en la matriz de la pared celular de las algas fueron reemplazados por los metales pesados probados.

Pennesi et al. (2012) El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de diferentes macrófitos muertos muestreados en la costa del Adriático en la sorción de arsénico (V). Se realizaron experimentos factoriales completos donde los principales factores fueron las especies de macrófitas (algas pardas, algas verdes, algas rojas y pastos marinos), lavado biosorbente. pretratamiento (agua desionizada, pH ácido 2 y pH básico 10), pH de equilibrio (en el rango de 1 a 8), bajo relativamente alto ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ) y relativamente bajo ( $100 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ) concentración de arsénico. Todas las especies exhibieron una adsorción significativa. De hecho, mostraron un buen desempeño, con el valor más alto observado de alrededor de  $1.3 \pm 0.1 \text{ mg g}^{-1}$  para el alga roja *Ceramium* y la hierba marina *Zostera.*, comparables con los del carbón activado y otros adsorbentes de bajo costo reportados en la literatura bajo condiciones experimentales similares. Además, las algas rojas conocidas en la bibliografía por ser malos sorbentes de metales catiónicos mostraron un rendimiento de absorción de arsénico muy bueno. Este trabajo muestra que el desempeño de la biosorción de arsénico depende de muchos factores: la diferente composición y estructura de la capa externa de las macrófitas, la especiación de arsénico y la disponibilidad de grupos funcionales bajo diferentes pH, y eventuales interacciones contraiónicas con arseniato.

Según Lovazzano (2011), cuya investigación se centró en conocer la respuesta de la peroxirredoxinas contra el estrés oxidativo inducido por el cobre en las algas grandes *scytosiphon gracilis* y *Lessonia nigrescens* (algas pardas), los resultados mostraron que el PRX era compatible tanto con el peróxido de hidrógeno como con el hidroperóxido de terc-butilo y el PRX unido a la tiorredoxina en ambas especies. se detectó, pero la actividad PRX de unión a glutaredoxina fue S. Aumentada sólo en presencia de *scytosiphon gracilis*, la información obtenida indica que el alga marrón PRX está involucrada en el mecanismo de defensa frente al estrés oxidativo inducido por el cobre. Activación PRX de *Lessonia nigrescens* en comparación con *Scytosiphon Gracilis*, significativamente más bajo al inicio del estudio que todos los tratamientos con cobre. La actividad de PRX es L. Inhibida por niveles bajos de cobre de *Lessonia nigrescens*. Esto está asociado con los altos niveles de lipoperóxido observados en esta especie. Esta observación indica un papel

regulador de PRX en la formación de lípidos oxidados por esta enzima en condiciones de estrés oxidativo.

Reategui et al. (2010) Los autores en su artículo titulado: “Biosorción de mercurio (II) utilizando *Lessonia* sp. Quelpo” tiene por finalidad analizar *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* kelps han sido probados para la sorción de mercurio de soluciones acuosas. Un pretratamiento (con  $\text{CaCl}_2$ ) permitió estabilizar la biomasa que resultó muy eficiente para remover Hg (II) a pH 6-7. Las isothermas de sorción se describieron mediante la ecuación de Langmuir con capacidades de sorción cercanas a 240-270 mg Hg g<sup>-1</sup> a pH 6. La temperatura tuvo un efecto insignificante sobre la distribución del metal en equilibrio. La presencia de aniones cloruro tuvo un impacto limitante más marcado que los aniones sulfato y nitrato. La cinética de absorción se modeló utilizando la ecuación de pseudo-segundo orden que se ajustaba mejor a los datos experimentales que la ecuación de pseudo-primer orden. El tamaño de partícula apenas influyó en las isothermas de sorción y la cinética de absorción, lo que indica que la sorción se produce en toda la masa del biosorbente y que la resistencia a la transferencia de masa intrapartícula no era la velocidad limitante. La variación de la dosis de sorbente y la concentración inicial de metal influyó en el equilibrio, pero los parámetros cinéticos no se modificaron drásticamente. El metal se puede eluir con ácido clorhídrico, ácido cítrico o soluciones ácidas de KI.

(Meynard, Espinoza, Nuñez, Castañeda, & Contreras, 2021) Los autores en su artículo: “Efectos sinérgicos, antagonistas y aditivos de metales pesados (cobre y cadmio) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) bajo combinaciones binarias y terciarias en especies clave de algas marinas que forman hábitats de Chile” tiene como finalidad analizar la comparación con la toxicidad de los metales individuales, el conocimiento sobre los efectos de las mezclas de HM y PAH en los kelps sigue siendo escaso. En consecuencia, realizamos experimentos in vitro para determinar los efectos individuales y combinados de Cu, Cd y PAH en la liberación, asentamiento y germinación de esporas en *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia spicata*, dos especies de algas marinas que forman hábitats clave de la costa de la Región de Valparaíso. en Chile. Se determinaron las concentraciones de Cu, Cd y PAH que causaban entre el 20 y el 50% (IC20, IC50) de liberación, asentamiento y

germinación de esporas detenidas, y los resultados mostraron en ambas especies que los valores de IC20 de Cu, Cd y PAH individuales eran generalmente más bajos en las esporas. liberación que, en el asentamiento y germinación de las esporas, probablemente debido a la ausencia de una pared celular en las esporas en comparación con las etapas posteriores.

Cuizano et al. (2010), cuya revista científica tuvo como objetivo evaluar diversos metales pesados mediante la macroalgas, *Lessonia nigrescens* Bory y *Macrocystis integrifolia* Bory, para evaluar como contribuye el pH a la interrelación entre el ion metálico y la superficie del sorbente, dicha investigación es de diseño experimental, los resultados con el ion plomo divalente en referencia a los iones (cationes y aniones) en las mismas condición experimental, dio como resultado, que la acidez de Lewis del ion plomo(II) es la causante de dicha discrepancia. La similitud de las macralgas evaluadas tiene la predisposición siguiente:  $Pb > Cd > Zn > Cu$ . Las mismas que cuentan con grupos carboxilo de poli alginatos concentrados, que a pH mayores de 3,0 hacen que los metales carguen negativamente, estos poseen una relación con los metales, está comprobado que cationes divalentes como Pb, Zn, Cd y Cu son adsorbidos por la existencia de cargas eléctricas y por la interacción de las mismas, a diferencia de Au para ser adsorbida pasa por una trayectoria de reacción por la que los compuestos intercambian ligando.

Romera et al. (2007) plantean en su estudio, la comparación de biosorción de metales pesados utilizando seis algas diferentes, *Codium vermilara*, *SPI-rogyra insignis*, *Asparagopsis armata*, *Chondrus crispus*, *Fucus spiralis* y *Ascophyllum nodosum*, las que fueron evaluadas para conocer la capacidad de sorción en la recuperación de cadmio, níquel, zinc, cobre y plomo de soluciones acuosas. Donde se reveló que el pH óptimo para recuperar Cd, Ni y Zn fue 6 y el pH para recuperar Cu y Pb fue menor a 5, la menor concentración de biomasa utilizada (0.5 g / L), están en estrecha concordancia con el modelo de Langmuir con el siguiente conjunto de valores de adsorción:  $Pb > Cd > Cu > Zn > Ni$ . Las algas pardas alcanzaron la concentración más baja de metal en solución, los mejores resultados se obtienen con *Fucus spiralis*, en todos los casos, estos valores fueron mucho más bajos que los registrados con *C. crispus* y algas pardas, todas las algas mostraron afinidades similares para cada metal probado, pero el mecanismo de unión de la

biomasa también es diferente al de otros metales, por lo que el plomo se comporta de manera diferente en cada caso, La secuencia de afinidad entre cada biomasa y los diferentes metales es la siguiente: plomo > cadmio > cobre > P > níquel > zinc.

**2.1. Algas marinas:** Son organismos con gran acumulación y revestimiento, se encuentran en todos los ambientes acuáticos, en mares fríos y templados tanto de agua dulce como de agua salada, en casi todo el planeta se desarrollan las donde hay zonas rocosas. Las principales funciones ecológicas tienen que ver con la oferta de hábitat, protección hacia los depredadores y perturbaciones abióticas, y como zona de instalación larval de invertebrados y peces (Villouta y Santelices 1984; Santelices 1989; Vásquez 1991; Vásquez y Vega 2004). La zona sublitoral están dominadas por gran parte de biomasa de algas pardas del Orden

Laminariales, conocidas comúnmente como huirales (Vásquez 1989, Vásquez y Vega 2004).

## 2.2 Descripción de las macroalgas *Lessonia nigrescens*:

Según Tejada et al. (2019), en su Evaluación del Recurso *Lessonia nigrescens* entre Yerbabuena y Pocoma, Región Moquegua, septiembre – octubre 2015. Se realizó la evaluación poblacional del recurso *Lessonia nigrescens* “aracanto negro” entre las localidades Yerbabuena y Pocoma, ubicadas en el litoral de la provincia de Ilo, Región Moquegua, El recurso presentó densidad de 8,2 ind/m<sup>2</sup> y biomasa media de 17,0 kg/m<sup>2</sup>, y una fracción adulta de 501 t. La población estuvo conformada por ejemplares con diámetro mayor del rizoide (DMR) entre 3 y 35 cm, la longitud total varió entre 23 y 292 cm, estimándose una longitud total promedio de 79,9 cm. El 53,9% de la población tenía estructuras reproductivas en sus frondas.

<b>Clasificación</b>	(Algae Base)
<b>Dominio</b>	Eukaryota

<b>Reino</b>	Chromista
<b>Subreino</b>	Chromobiota;
<b>Division</b>	Phaeophyta
<b>Clase</b>	Phaeophyceae
<b>Orden</b>	Laminariales
<b>Familia</b>	Lessoniaceae
<b>Genero</b>	Lessonia
<b>Especie</b>	nigrescens
<b>Nombres Comunes</b>	Arancato, Negra, Cabezas y Huiro negro.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica

Nota: datos tomados de Informe ISSN 0378-7702 IMARPE (2012)

<b>Análisis de algas pardas %</b>	<b><i>Lessonia nigrescens</i></b>	<b>Microelementos (mg/kg)</b>	
Humedad	9,3	Fe	1662,9
Proteínas	8,6	Mn	35,0
Lípidos	0,2	Zn	17,2
cenizas	63,3	Sn	35,7
Fibra cruda	3,9	Pb	18,5
Carbohidratos	14,7	As	0,75
Cal/100 g.	95,5	Hg	<0,05*
N soluble	0,37		
pH sol 1%	7,46		

NaCl	12,1		
<b>Macroelementos (%)</b>			
Ca	2,4		
Mg	0,90		
Na	0,80		
K	26,1		
P	1,1		
S	0,43		

Tabla

2:Composición de las Algas Pardas.

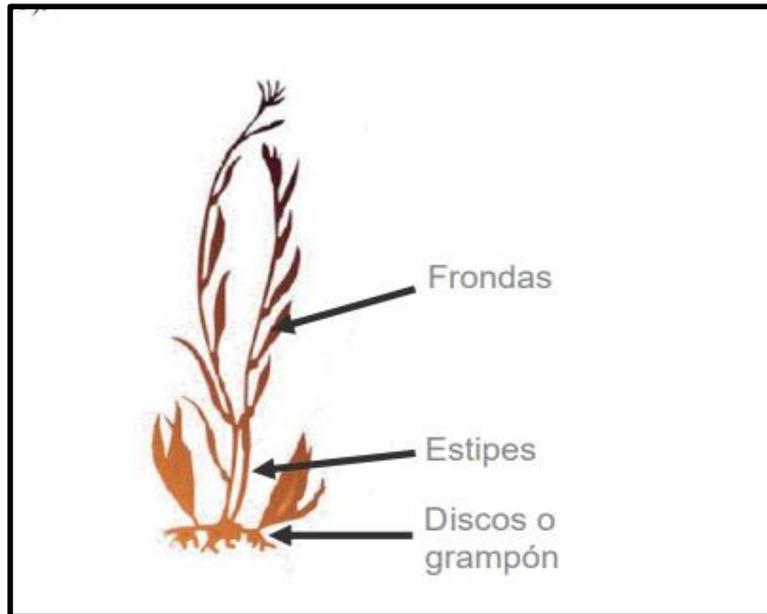
Fuente: Juárez, Gustavo. Blog de Gustavo Juárez.2010 de junio de 2010.

Nota: datos tomados de Informe ISSN 0378-7702 IMARPE (2012)

### 2.2.1. Morfología externa.

Tienen forma de árbol, de gran tamaño, erectas, tienen una altura aproximada de 3m, adheridas a un disco de diámetro de 50 cm, masivo formado por hapterios unidos, A partir del disco se origina numerosos estipes entre 2 a 30. Los estipes son ramas rígidas, débilmente aplanados, divididos subdicotómicamente en las porciones medias. En las porciones más apicales se pueden dividir repetidamente aplanándose y así dan origen a las láminas. Las hojas son alargadas y lanceoladas, las fondas tienen un ancho aproximadamente de 13 cm, las hojas tienen pequeñas ramificaciones además de un corte transversal, muestra un meristoderma formado por 2-3 corridas de células pigmentadas continuas, de células corticales corridas son entre 7 a 15, de forma poligonales, las cuales van aumentando de tamaño paulatinamente hacia el interior de la cavidad, con hifas descoloridas. Las cubiertas tienen diferentes formas y tamaños en las hojas y estipe, que son cubiertas por filamentos alargados, multicelulares y ramificados (informe IMARPE, 2012)

*Ilustración 1: Morfología externa de Lessonia nigrescens*



Fuente: Informe ISSN 0378-7702 IMARPE (2012)

La pared celular de las algas marinas pardas, contienen 3 componentes principales: La celulosa como soporte estructural, el alginato (ácido manurónico y gulurónico) complejado con metales ligeros como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ , y otros polisacáridos sulfatados (sulfonatos), la biomasa de algas posee varios grupos químicos que puede atraer metales: acetamida, amino, amida, sulfhidrilo, sulfonato y carboxilo, las cuales originan un mecanismo para capturar metales, en los que se incluyen la atracción electrostática, la complejación, el intercambio iónico, la unión covalente, la atracción de Van der Waals. (Cid et al, 2018)

2.3. El alginato de sodio (ácido manurónico y gulurónico) es un polisacárido considerado el mejor coloide, procedente de algas marrones, usado como estabilizador, agente cremoso para los helados, También se puede utilizar como espesante en sopas, cremas, salsas, aderezos e incluso es utilizado para congelar el pescado. Los alginatos, se usan en distintas formas, como en los cosméticos, productos de cuidado personal, entre otros como la industria de las pinturas, el barnizado de la cerámica. Son parte importante en el proceso de estabilización del látex, la elaboración del papel y de ceras pulidoras (Vásquez 2013),

### 2.3.1 Propiedades del alginato.

El alginato, en modo de sal sódica, potásica o magnésica, es soluble en soluciones acuosas a pH por encima de 3,5 a diferentes grados de solubilidad en mezclas de agua y solventes orgánicos, como el alcohol, en presencia de calcio es más fácil que forme geles. La densidad de las soluciones de alginato depende de la concentración, elevándose a partir del 2%, y de la temperatura, la misma que disminuye al incrementar ésta. Las soluciones de alginato tienen una conducta no newtoniana, En ausencia de calcio, el alginato se pliega formando cada uno del bloque constituyentes hélices mantenidas por puentes de hidrógeno. (Yabur et al., 2007)

La biomasa de algas posee varios grupos química que puede atraer metales:

- Acetamida: es la amida derivada del ácido acético. Su fórmula molecular o empírica es  $C_2H_5NO$ , y su fórmula semidesarrollada  $CH_3 - CO - NH_2$ . Son derivados de indol, reacción de acetilación chemo-selectiva.
- Amino: es un grupo funcional derivado del amoníaco ( $NH_3$ ). El Grupo Amino se clasifica en función del número de hidrógenos sustituidos: Primario: se sustituye solamente un hidrógeno ( $R-NH_2$ )
- Amida: es un compuesto orgánico que consiste en una amina unida a un grupo acilo convirtiéndose en una amina ácida (o amida). Se considera como un derivado de un ácido carboxílico por sustitución del grupo  $-OH$  del ácido por un grupo  $-NH_2$ ,  $-NHR$  o  $-NRR'$ .
- Sulfhidrilo: es un compuesto que contiene el grupo funcional formado por un átomo de azufre y un átomo de hidrógeno ( $-SH$ ). Siendo el azufre análogo de un grupo alcohol ( $-OH$ ), este grupo funcional sulfhidrilo.
- Sulfonato: es un ion que contiene el grupo funcional  $-SO_3$ . Es usual utilizar el término sulfonato para referirse a compuestos que contengan este grupo funcional, ya sea en forma de sal iónica o formando un compuesto covalente de tipo éster  $RSO_2OR'$ .

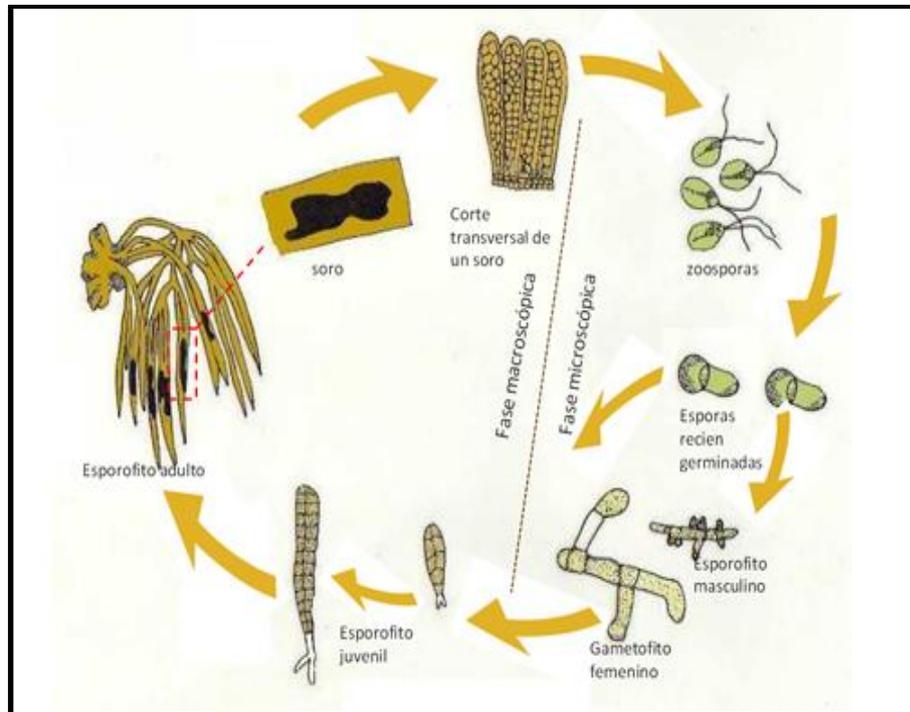
- Carboxilo: es uno de los grupos funcionales que abunda en la química y bioquímica. No sólo los ácidos carboxílicos son de mayor importancia para sí mismos, los grupos carboxilo son los que se derivan una gran familia de compuestos. Es una función de carbono primario. las cuales originan un mecanismo para capturar metales, en los que se incluyen la atracción electrostática,
- La complejación: Son reacciones en las que un metal o ion central se une o compleja con sustancias llamadas ligandos, formando complejos o compuestos de coordinación. En las reacciones de complejación se forma un complejo, a partir de un átomo metálico central y los ligandos.
- El intercambio iónico: es un intercambio de iones entre dos electrolitos o entre una disolución de electrolitos y un complejo. Los intercambiadores de iones suelen contener resinas de intercambio iónico (porosas o en forma de gel), zeolitas, montmorillonita, arcilla y humus del suelo.
- La unión covalente: En el enlace covalente, los dos átomos no metálicos comparten uno o más electrones, es decir, se unen a través de sus electrones en el último orbital, el cual depende del número atómico en cuestión. En la estructura de Lewis, estos enlaces pueden representarse por una pequeña línea entre los átomos.
- La atracción de Van der Waals: (Cid et al, 2018) En fisicoquímica, las fuerzas de Van der Waals o interacciones de Van der Waals son fuerzas de carácter químico de muchos compuestos orgánicos. También definen las fuerzas de Van der Waals incluyen atracciones entre átomos, moléculas y superficies. Difieren del enlace

#### 2.4. Descripción del ciclo de vida

*Lessonia nigrescens* posee un ciclo de vida heteromórfico, distintas en su morfología. Domina el esporófito y el gametófito, aunque comparativamente pequeño, presenta vida independiente. La alternancia de generaciones entre un esporofito macroscópico diploide y gametofitos microscópicos haploides, Los

esporofitos contienen esporas, en los soros esporangiales, estos se distinguieron como manchas oscuras en las frondas esporofíticas. El tiempo de esporulación varió entre 1 a 3 horas posterior a su inducción por shock osmótico.

Ilustración 2: Descripción del ciclo de vida de la *Lessonia nigrescens*

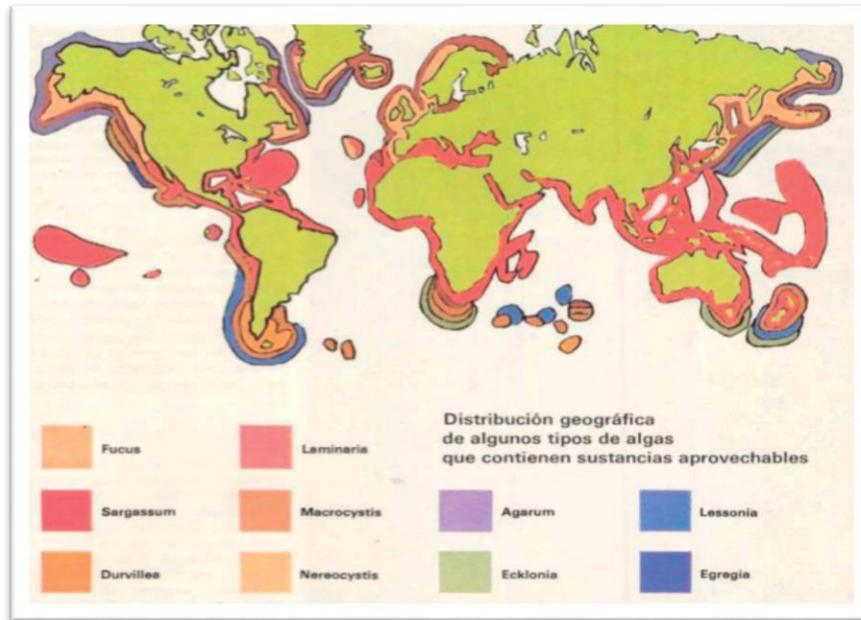


Fuente: Macroalgas del Sur

#### 2.4.1 Distribución geográfica.

Las macroalgas se extiende desde Antofagasta hasta Puerto Montt, las *Lessonias nigrescens* han sido identificada en Regiones como: Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna. en mayor cantidad. (IMARPE 2012).

Ilustración 3: Distribución geográfica de géneros de Macroalgas



Fuente: Instituto del mar del Perú 2012

#### 2.4.2 Aspectos ambientales de la *Lessonia nigrescens*

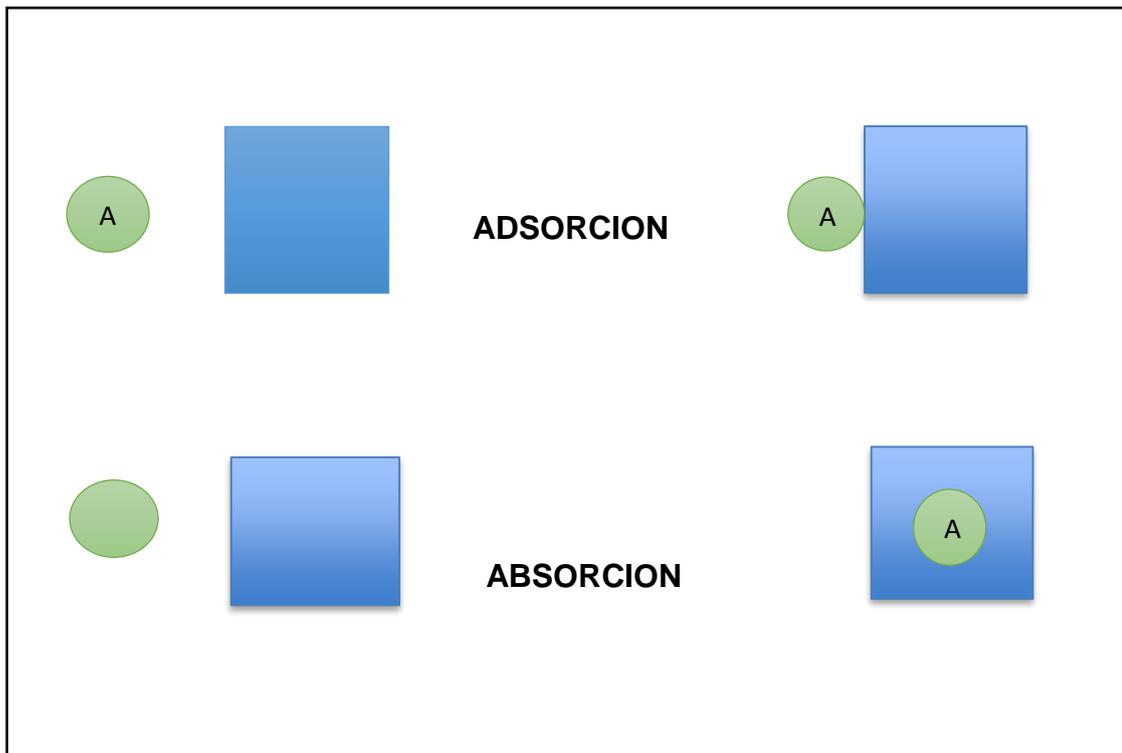
Según (Cid et al, 2018) en su trabajo de investigación, mostró condiciones cálidas en cuanto a la temperatura variando de 16,8 °C (17°18'S) a 19,9 °C (17°20'S) promedio 18,2 °C. Los registros térmicos más bajos fueron (<18 °C) los que dieron en la zona de Bufadero y Yerbabuena y más altos fueron (>18,0 °C) estos ubicados frente a los Platanales y Playa Gringos. Al comparar con la temperatura patrón de Ilo, se observó que para los meses de evaluación predominaron las anomalías positivas, con un rango desde 1,8 a 4,9 °C

#### 2.4.3 Importancia Económica

Las talofitas y sus derivados son parte fundamental para la vida humana frecuente, estas especies son utilizada para la extracción de alginatos, los que serán utilizados en productos como: alimentos, fármacos, pintura, ropa, etc. Las algas se utilizan en muchos productos útiles. Asimismo, forman sustancias coloidales cuando son dispersados en agua. las algas son exportadas en su mayoría a China para el uso del alginato para la gastronomía, entre otros usos

2.5 Adsorción y absorción: La adsorción es el proceso de equilibrio en el que los átomos, moléculas, iones, hacen que algunas sustancias de una solución sean retenidas en la superficie de los sólidos. A diferencia de la absorción es un fenómeno que consiste en la acumulación de la sustancia, donde los átomos pasan de una fase a otra cambiando su forma debido a él volumen absorbido.

*Ilustración 4:Proceso de Sorción*



**Nota:** La biosorción es un proceso de sorción que se produce sobre materiales biológicos, lo que permite el secuestro de diferentes moléculas e iones en solución, siendo particularmente interesante en relación a los contaminantes metálico.

#### 2.5.1 Procesos de absorción algal de metales pesados.

Se caracteriza por la interacción fisicoquímica para la retención de metales cuando interactúan con los ligamentos que tienen en la superficie celular, para que se de este proceso tiene que existir una biomasa y un medio acuoso con los iones metálicos a extraer.

### 2.5.1.2 centro de absorción de las algas marinas

La absorción se debe a los grupos funcionales que presentan las algas, el alginato y los fucoídano, los cuales presentan una elevada densidad electrónica. Sabemos que el mayor responsable en la absorción, ya que es un polisacárido lineal los que tienen como compuesto por ácidos manu1,4 (Cuiziano y Navarro 2008).

*Ilustración 5: Comparación de los diferentes estudios de remoción de metales con macroalga Lessonia nigrescens bory*

Metales Removidos	Masa del absorbente (g)	Cantidad de medio acuoso (mL)	pH	Modelo Langmuir		Referencia
				Capacidad máxima de adsorción (qmax) en mg/g	Coefficiente relativo de afinidad (b) en L/mg	
Cadmio	1	1000	6	107.4	1.04	(Boschi et al. 2011)
Plomo	0.01	100	4	892.9	0.13	(Cuizano et al. 2009)
Plomo	0.04	100	4	337.8	0.46	(Cuizano et al. 2009)
Arsénico	2	500	2.5	45.2	0.0133	(Hansen, Ribeiro, and Mateus 2006)
Arsénico	2	500	6.5	28.2	0.0144	(Hansen et al. 2006)
Cadmio	1.5	250	3.7	115.3	0.0087	(Gutiérrez et al. 2015)
Cobre	1	100	5	60.4	0.0141	(Cid et al. 2018)
Cobre	0.02	100	6	66.62	0.202	(Reyes, Navarro, and Llanos 2009)

Fuente: Instituto del Mar del Perú 2012.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

La investigación tiene como propósitos de mejorar la problemática que se investiga, donde se utilizó una aplicación innovadora y creativa siendo participativa y fundamentalmente aplicada. (CEGARRA José, 2011, p.42)

##### 3.1.1 Diseño y nivel de investigación

El desarrollo de investigación tuvo un diseño experimental por ser objetiva y poder demostrar entre sus dos variables una independiente y otra dependiente, donde existe la causa efecto, además su nivel es cuantitativo porque sus resultados serán evaluados estadísticamente y transversal porque se medirá a través de un tiempo programado. (GÓMEZ Marcelo, 2006, p. 60)

#### 3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente: *Lessonia nigrescens*

Variable dependiente: El agua de mar de la bahía de Ilo.

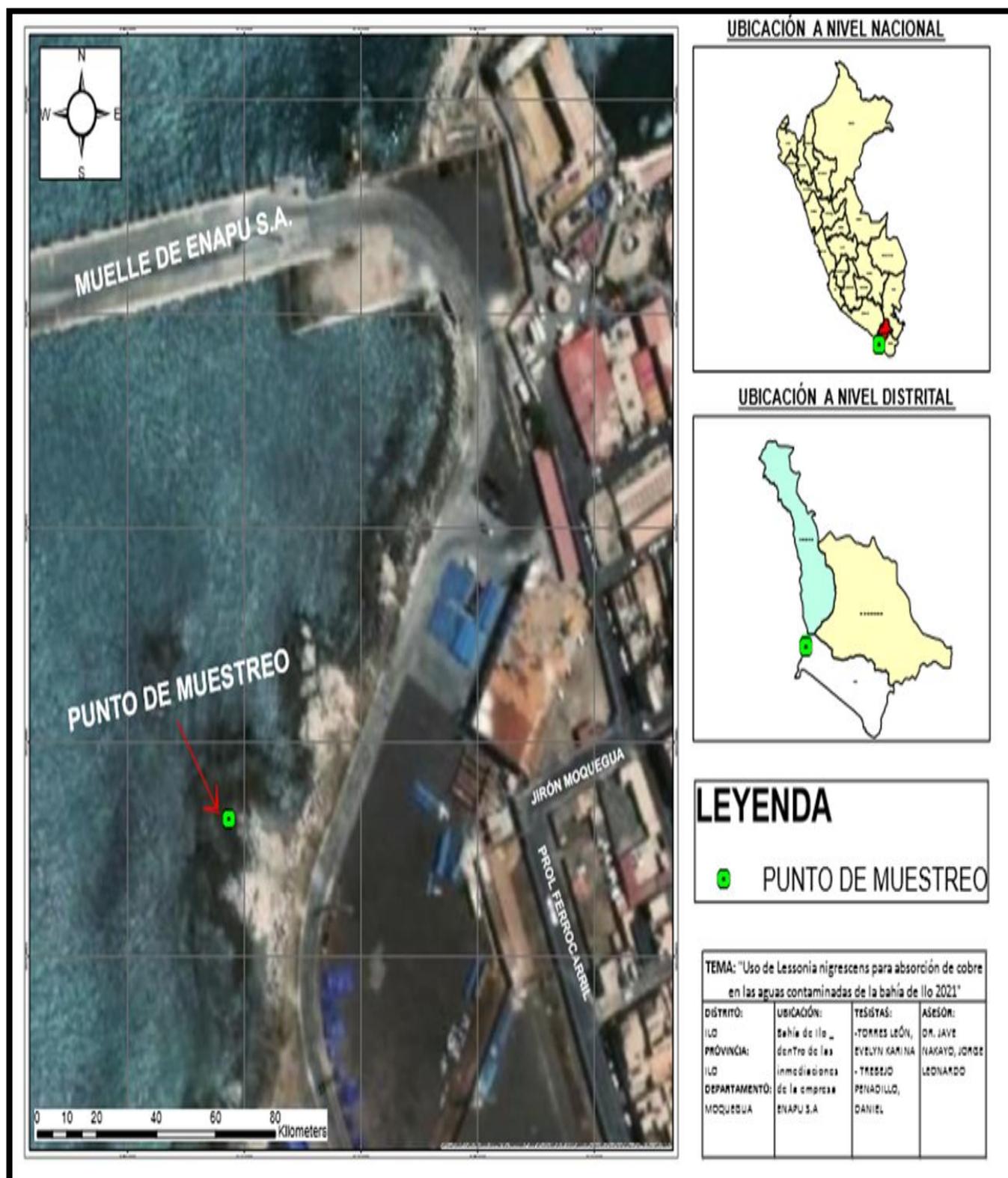
#### 3.3. Población

La población estuvo conformada por el agua de mar de la bahía de Ilo, la que se encuentra ubicado en:

Tabla 3: Ubicación de la zona de estudio

<b>Coordenadas Geográficas</b>	
SUR	17° 38' 40"
OESTE	71° 20' 43
LATITUD	-17.6444
LONGITUD	-71.3453
UTM	8047165 252741 19K

Ilustración 6: Georreferenciación de ubicación de la zona de estudio



Nota: ubicación distrital de la provincia de Moquegua donde se muestra, las tres provincias con las que cuenta: Ilo, El Algarrobal y Pacocha (Pueblo Nuevo).

### 3.3.1. Muestra

La muestra corresponde a 50 litros de agua de mar de la bahía Ilo la provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

### 3.3.2. Muestreo

El muestreo fue por conveniencia, de acuerdo al "Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016- ANA), las muestras se homogenizaron en laboratorio a efectos que cumpla con el criterio de representativa con respecto a la población

### 3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis que se tomo fue de 2 litros del agua de mar donde se realizó la prueba de jarra para la reducción del cobre utilizando distintas dosis del alga *Lessonia nigrescens*

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La investigación se realizó en un ambiente controlado en el laboratorio donde la técnica fue la observación de las variables en estudio.

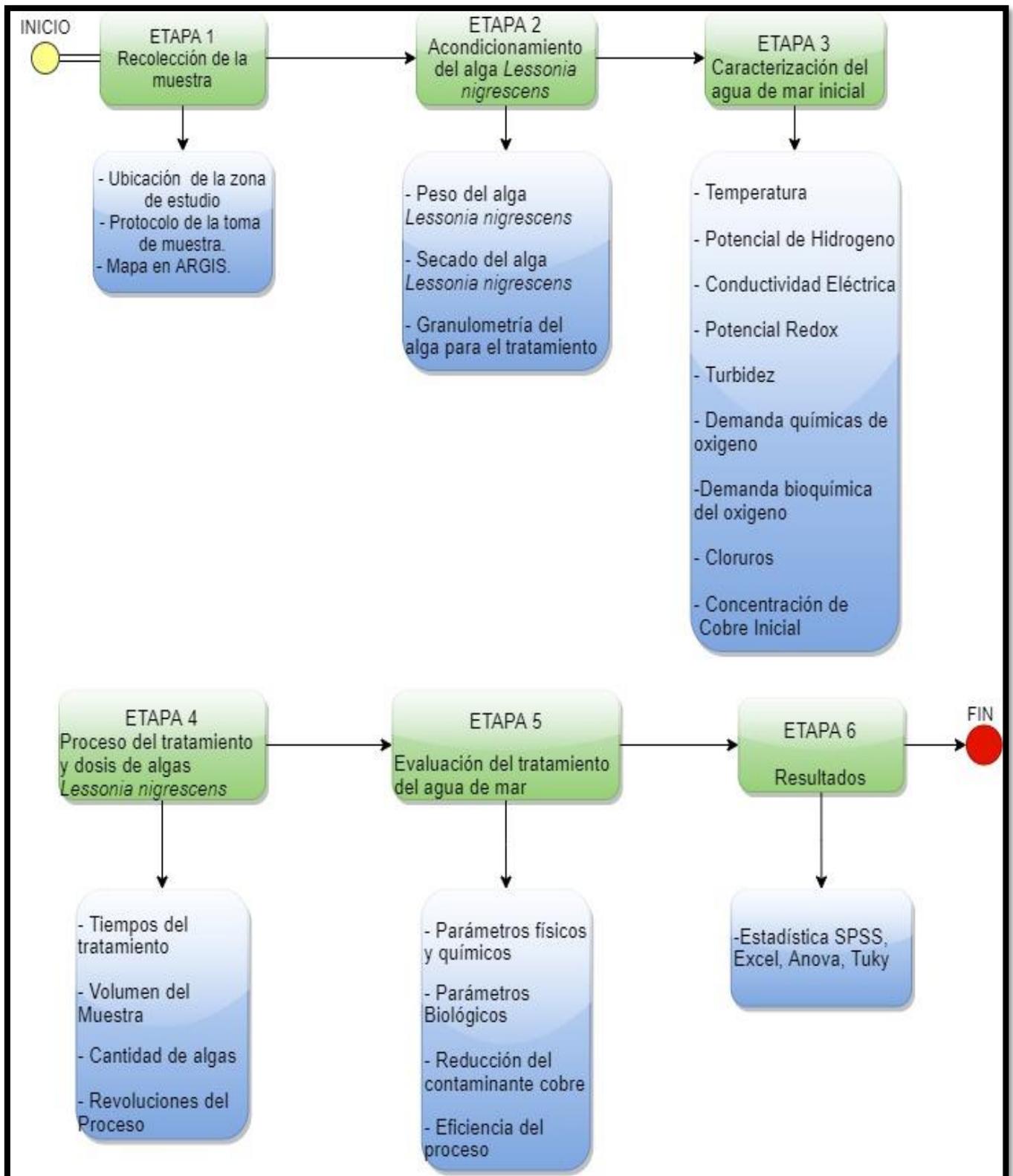
### 3.4.1. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron:

- 1.- Ficha de ubicación y recolección de la muestra
- 2.- Ficha de caracterización del agua de mar inicial y concentración del cobre
- 3.- Ficha del diseño del Tratamiento del agua de mar contaminado con cobre
- 4.- Ficha de los tiempos del tratamiento del agua de Mar.
- 5.- Ficha de resultados y estadística del proceso del agua de mar.

### 3.5. Procedimiento

Ilustración 7: Secuencia de la investigación



Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.1. Etapa 1: Recolección de muestra.

#### 3.5.1.1 Ubicación de la zona de estudio.

Tabla 4: Coordenadas geográficas del primer punto de muestreo.

LATITUD	-17.64659655
LONGITUD	-71.3487763
UTM	250804.44E 8047363.928N 19K

Ilustración 8: Ubicación del primer punto de monitoreo según GPS

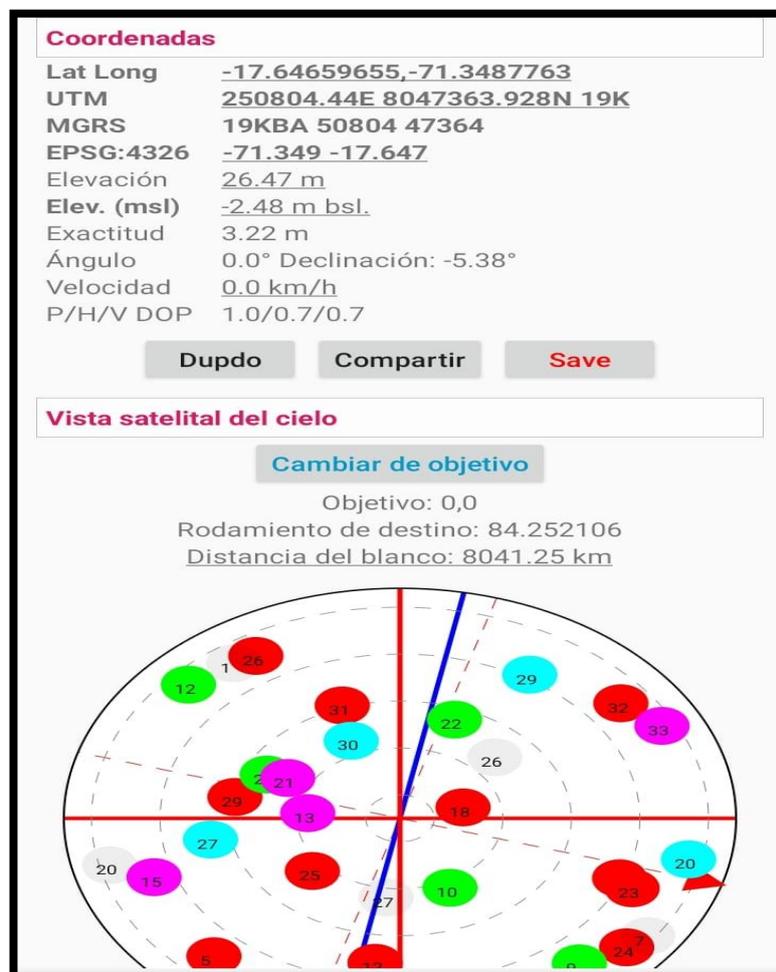


Tabla 5: Coordenadas geográficas del segundo punto del muestreo

LATITUD	-17.64659339
LONGITUD	-71.3512292
UTM	250543.164E 8047434.05N 19K

Ilustración 9: Ubicación del segundo punto de monitoreo según GPS

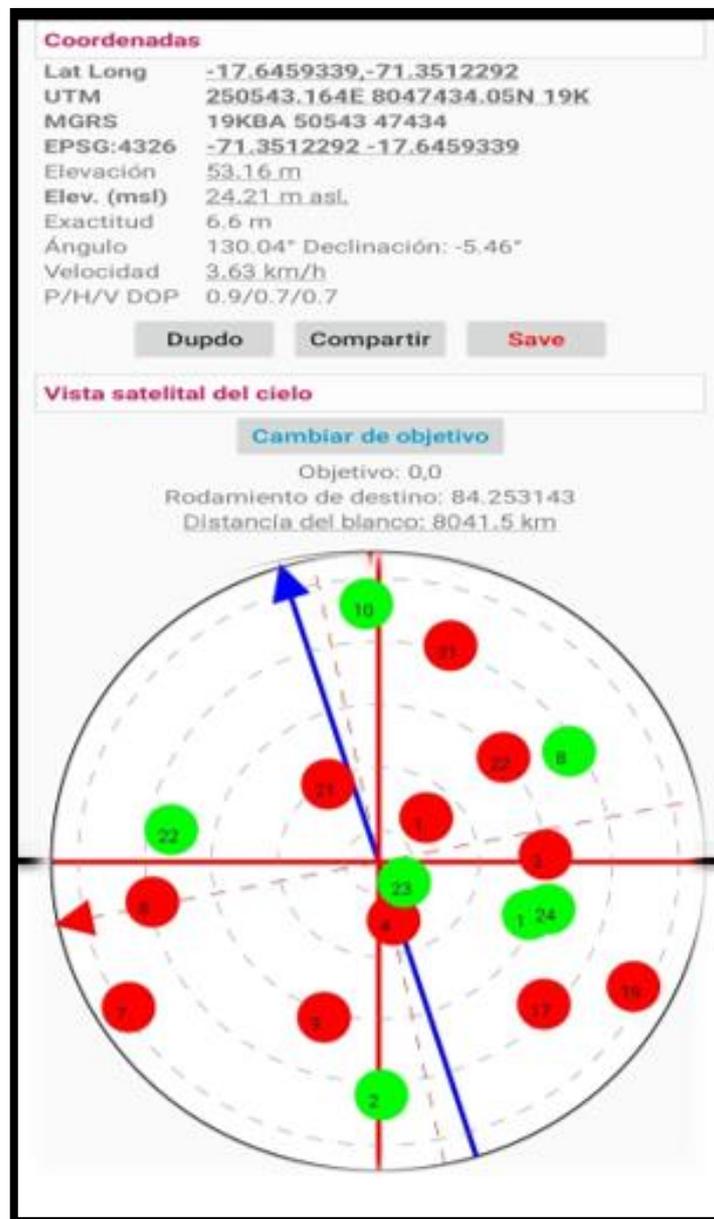
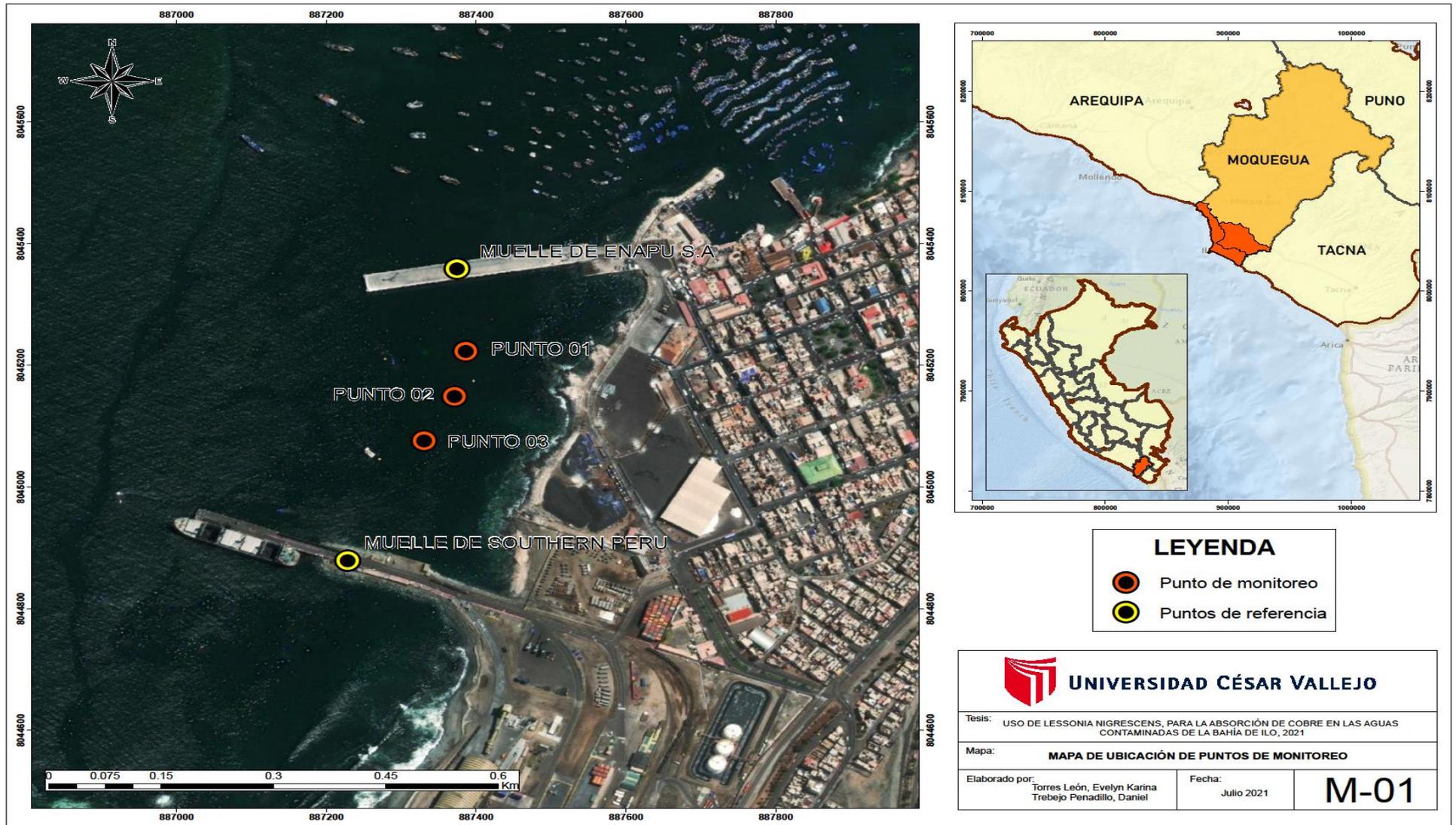


Ilustración 10: Punto de georreferencia de la zona de monitoreo



### 3.5.1.2 Protocolo de toma de muestra

Para efecto de la toma de muestra se consideran las recomendaciones descritas en la norma técnica para el “Procedimiento de muestreo y análisis de agua de mar y sedimentos”, de la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú (MGP) en la que indica que los puntos de muestreo deberán ser los mismos que el muestreo anterior, o considerar los lugares más susceptibles de contaminación, para cubrir el área del estudio, para un análisis físico químico los envases deben lavarse perfectamente y enjuagarse con agua destilada o desionizada, para preservar la muestra de los metales en general, en un volumen mínimo de 1000 ml, debemos adicionar 1ml de ácido nítrico concentrado por cada 100ml de muestra.(2013). Según la Resolución jefatural N° 010-2016- ANA "Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Donde especifica que para la toma de muestra en cuerpos marino – costeros se debe ubicare el punto de monitoreo fuera de la mezcla a una distancia de 200 metros del dispositivo de descarga, para aquellos casos donde la profundidad del monitoreo sea mayor a 10 metro se tomara una muestra a mitad de la columna de agua.

Ilustración 10: Tabla para preservación de muestras

<b>Determinación</b>	<b>Material de envase</b>	<b>Volumen mínimo (ml)</b>	<b>Preservación</b>	<b>Tiempo máximo de almacenamiento</b>
Metales en general	p, v (A)	1000	Acondicionar 1ml. De ácido nítrico concentrado cada 100 ml de muestra.	180 días, solo para la determinación de mercurio almacenar por un máximo de 4 semanas.

Fuente: <https://NormasTecnicasHidrograficas>

*Ilustración 12: Imagen lateral derecho de referencia del Punto de Muestreo.*



*Ilustración 11: Imagen lateral izquierdo de referencia del Punto de Muestreo.*



*Ilustración 16: Punto de muestreo A 800 metros del Punto de referencia Inicial.*



*Ilustración 15: Toma de muestra A 200 metros de la Zona de descarga del dispositivo o Zona de Mezcla.*



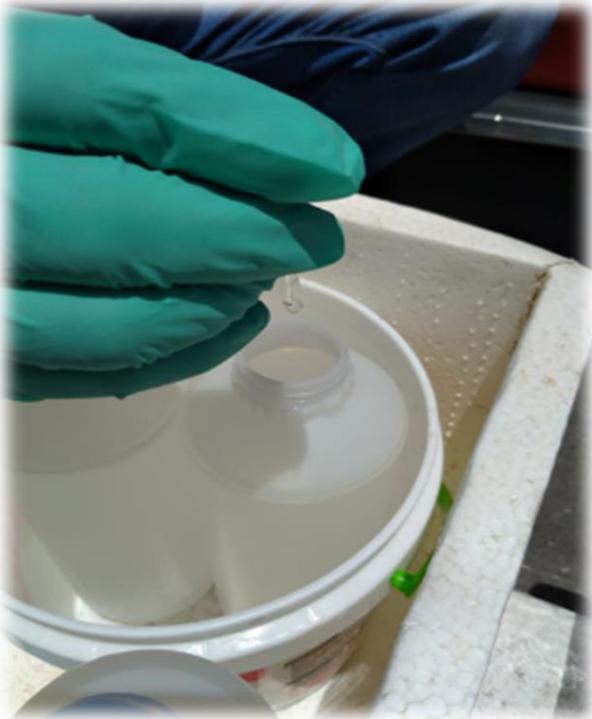
*Ilustración 14: Mutiparámetro Calibrado*



*Ilustración 13: Toma de parámetros Físicoquímicos in Situ*



*Ilustración 20: Preservante de la muestra 1000 ml de agua de mar con 10ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ )*



*Ilustración 18: Muestras de agua de mar para envío a laboratorio.*



*Ilustración 19: Acondicionamiento de la muestra en cooler y con gel para que mantenga la temperatura hasta su llegada al laboratorio.*



*Ilustración 17: Recepción de la muestra de agua de mar por el laboratorio para el análisis de cobre.*



### 3.5.2. Etapa 2: Acondicionamiento de la *Lessonia nigrescens*

Parte de la biomasa triturada se obtuvo de la empresa MACROALGAS MARINAS DEL SUR SAC, ubicada en carretera Matarani, Mollendo km 1 Lt. F1a – Arequipa. Mientras que otra parte será recolectada de la zona costera de Ilo, mediante la asociación algas marinas recolección extracción y cultivo de una milla Ilo-Perú, las mismas que serán secadas directamente al sol y trituradas en laboratorio.

*Ilustración 24: Macroalgas Lessonia nigrescens*



*Ilustración 23: Triturado de macroalgas*



*Ilustración 22: Embolsado de macroalgas.*



*Ilustración 21: Recojo de macroalgas Lessonia nigrescens varadas y recolectadas mediante la asociación algas marinas Ilo-Perú*



De acuerdo a la R.M. N° 264-2009-PRODUCE, el recojo de las algas se hizo de acuerdo a lo establecido al:

Artículo 3°. - La actividad de recojo o colecta y acopio de especímenes varados de algas de los géneros *Macrocystis* y *Lessonia* se realizará bajo las siguientes condiciones:

1. Contar con el permiso correspondiente.
2. El recojo o colecta debe ser exclusivamente manual, estando prohibido el uso del ranflín, ganchos y accesorios similares.

Artículo 5°. - La actividad del procesamiento de especímenes varados de *Macrocystis* y *Lessonia* la realizarán únicamente las plantas que cuenten con licencia de procesamiento vigente, las mismas que podrán recibir sólo algas varadas.

#### 3.5.2.1 Granulometría del alga

Las algas, luego del secado natural por 60 días, pasaron por un proceso de molienda hasta obtener las partículas el tamaño deseado para lo cual se aplicó el método de tamizado (ASTMD 422)

Ilustración 25: Análisis granulométricos del alga.



Tabla 6: Método por tamizado (ASTM 422)

N° Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido(g)	%	% Acumulado	
				+ Retenido	-Pasa
N° 10	2.00	0	0	0	0
N° 18	1.00	9.78	1.956	1.956	98.044
N° 20	0.85	3.28	0.656	2.612	97.388
N° 30	0.60	4.23	0.846	3.458	96.542
N° 40	0.425	5.51	1.102	4.56	95.44
N° 80	0,180	60.28	12.056	16.616	83.384
N° 100	0.150	289.0	57.8	74.416	25.584
N° -100	-0.150	-127.92	25.584	100	0

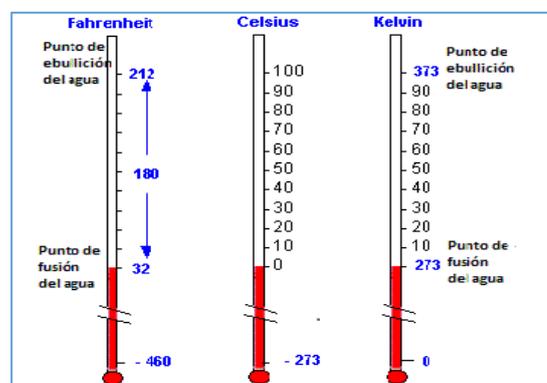
Nota: Con este método se determinó el tamaño de partícula de las algas necesaria para aplicar en la muestra de agua, se utilizaron los diferentes números de mallas que se muestran en la tabla, así mismo se pesó las algas retenidas en cada una de las mallas para sacar el porcentaje de retención.

### 3.5.3. Etapa 3: Caracterización del agua de mar inicial.

#### 3.5.3.1 Temperatura

Parámetros físico muy importante, en el agua porque con ello va depender el crecimiento como retardo del medio biológico, la absorción del oxígeno, y precipitación de compuestos, se mide en grados centígrados.

Ilustración 26: caracterización de agua de mar -Temperatura



### 3.5.3.2 Potencial de Hidrógeno

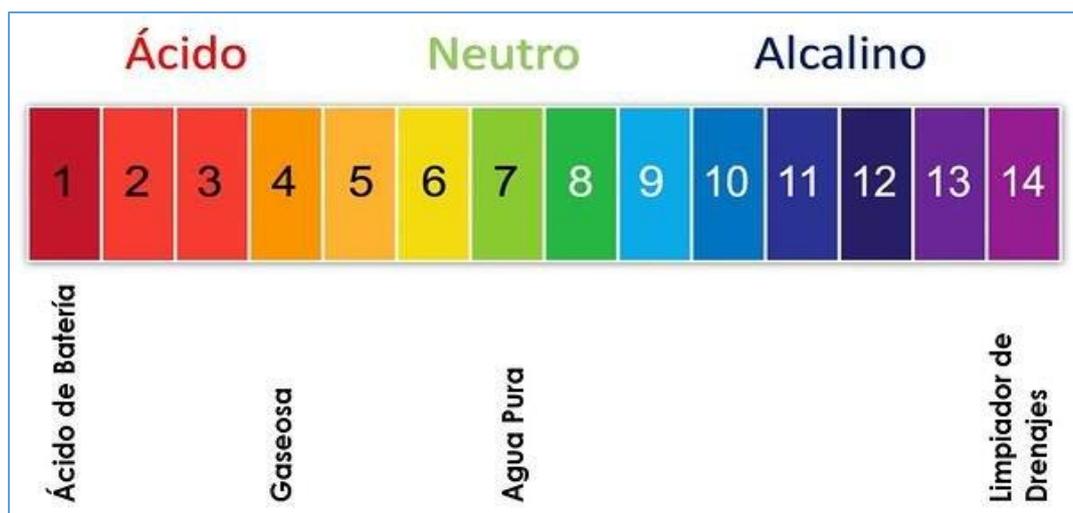
Es un parámetro químico que expresa la cantidad de iones de hidrogeno, esta no da a conocer las condiciones acidas, neutras o alcalinas en una muestra de agua. Este varia por la temperatura.

El potencial de hidrogeno se define:

Ilustración 27: Fórmula para definir el potencial de hidrógeno.

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] & [\text{H}^+] &= 10^{-\text{pH}} \\ \text{pOH} &= -\log_{10}[\text{OH}^-] & [\text{OH}^-] &= 10^{-\text{pOH}} \\ \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \end{aligned}$$

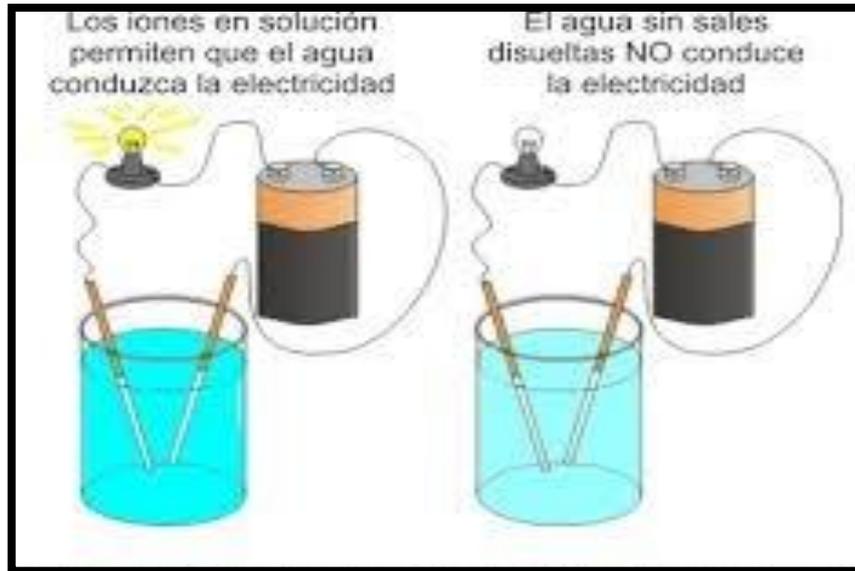
Ilustración 28: Potencial de Hidrogeno.



### 3.5.3.3 Conductividad eléctrica

Es la capacidad que tiene una muestra de agua de conducir la corriente eléctrica esta va cambiando por los iones que tenga la muestra la que depende de la temperatura.

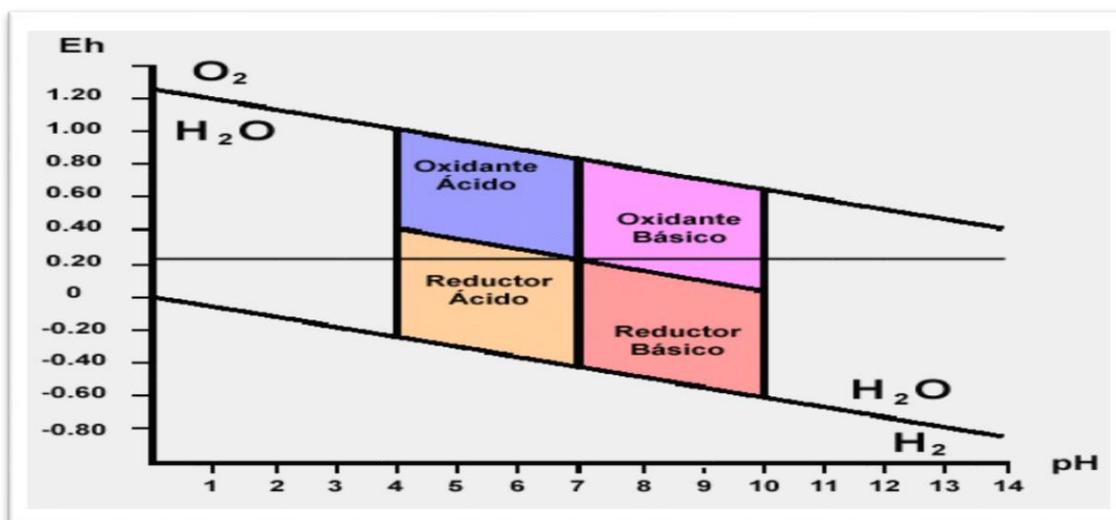
Ilustración 29: Diferencia de iones en solución.



### 3.5.3.4 Potencial Redox

Es el parámetro que mide la energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo, la se convierte en energía eléctrica, expresándose en mv.

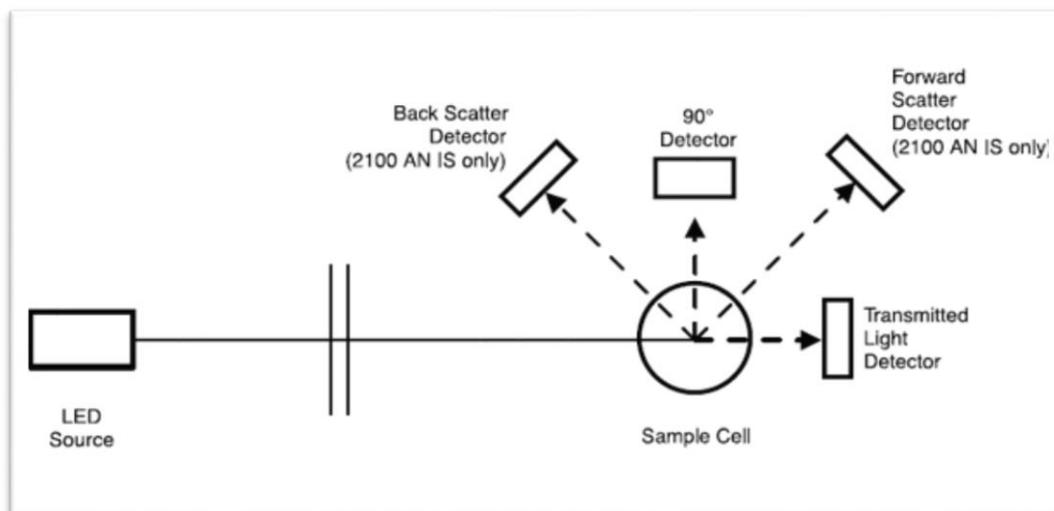
Ilustración 30: Energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo



### 3.5.3.5 Turbidez

Es la propiedad óptica que tiene una muestra de agua de absorber y reflejar la luz, la que puede ser impedida por presencia de coloides, materia orgánica e inorgánica como presencia de bacterias. Las lecturas se dan en unidades nefelométricas (NTU)

Ilustración 31: Relación de los sólidos suspendidos con la turbidez.



Fuente: <https://www.oz-peru.com/relacion-solidos-suspendidos>

### 3.5.3.6 Oxígeno Disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es el que es consumido por los organismos vivos, esta se solubiliza por muchas entradas provocados por la naturaleza, como la turbulencia que es captada de la atmósfera.

Formula:

$$OD = \frac{V_{\text{gast. De tiosulfato}} \times \text{Normalidad} \times 8000 \times \text{Vol winkler}}{\text{Vol de la Muestras (Vol del winkler-2)}}$$

Donde:

OD: Oxígeno Disuelto (mgO<sub>2</sub>/L)

Fue desarrollado con un frasco winkler estandarizado como menciona la norma del método, el cual se calcula de la siguiente manera:

Ilustración 32: Procedimiento para obtención de oxígeno disuelto



Se enjuagan los frascos con agua destilada y colocamos boca abajo para la toma de muestra.

Ilustración 33: Procedimiento N°1 del oxígeno disuelto



Se agrega 1ml sulfato de manganeso ( $MnSO_4$ ) a la muestra

Ilustración 35: Procedimiento N°2 del oxígeno disuelto.



Después de tratarla con hidróxido sódico y yoduro potásico, el manganeso reacciona con el oxígeno

Ilustración 34: Procedimiento N°3 del oxígeno disuelto.



Compuesto estable de manganeso (IV) y oxígeno

*Ilustración 36: Procedimiento N°4 del oxígeno disuelto*

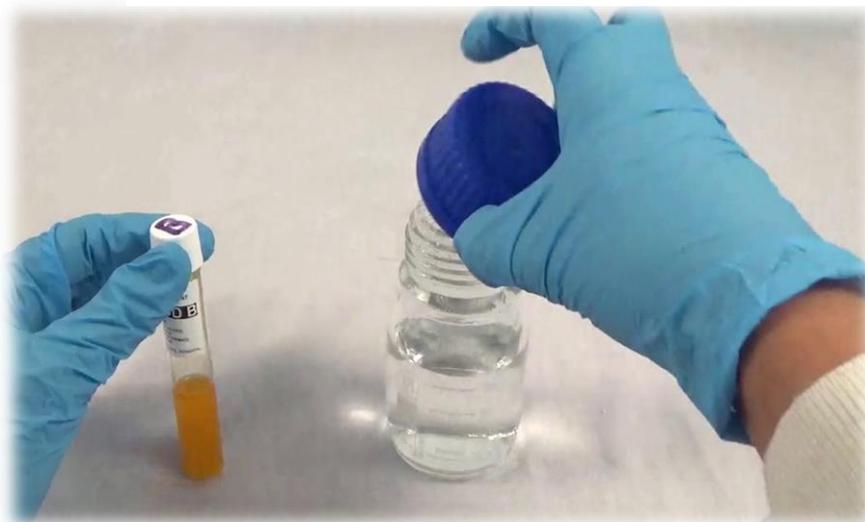


Se agregó 1ml de almidón. La cantidad de tiosulfato usado en la titulación es proporcional al yoduro, que es proporcional al  $O_2$  disuelto, y se calcula, pues, determinando la cantidad de tiosulfato utilizado.

### *3.5.3.7 Demanda Química del Oxígeno*

Es un indicador de la materia orgánica presente en el agua de mar, se utilizó el método del dicromato de potasio y ácido sulfúrico en digestión por dos horas para finalmente titular con sulfato ferroso e indicador la ferroina.

*Ilustración 37: Demanda química del oxígeno.*



Formula:

$$\text{DQO como mg O}_2\text{/L} = \frac{(A-B) \times N \times 8 \times 1000}{\text{mL de muestra}}$$

mL de muestra

Donde:

A= Promedio de mL de FAS utilizado para la muestra.

B= mL de FAS utilizado para la muestra.

N= Normalidad del FAS.

8= Peso equivalente del Oxígeno.

Demanda bioquímica de oxígeno

En este parámetro biológico se determina la contaminación biológica del agua, se realizó en 5 días, a una temperatura constante de 20 °C.

Formula:

$$\text{DBO}_5, \text{ mgO}_2\text{/L} = \frac{(\text{OD Consumido} - \text{OD Consumo cepa}) \cdot V}{V_m}$$

V<sub>m</sub>

Donde:

OD consumido: ODi - ODr

OD consumo cepa: ODi (agua de dilución + cepa) - ODr (agua de dilución + cepa)

V= Volumen de botella Winkler, que el valor promediado es de 293 ml.

V<sub>m</sub>= Volumen de la alícuota de la muestra afectado por el factor de dilución

### 3.5.3.8. Cloruros

Es uno de los aniones presentes en el agua de mar que se encuentran asociados a cationes presente en el agua, el que lo hace tener un sabor salado.

$$\text{ppm Cl}^- = \{[(A-B) * N * 35,45] / V\} * 1000P$$

Donde:

A= ml valoración de la muestra.

B= ml valoración del blanco.

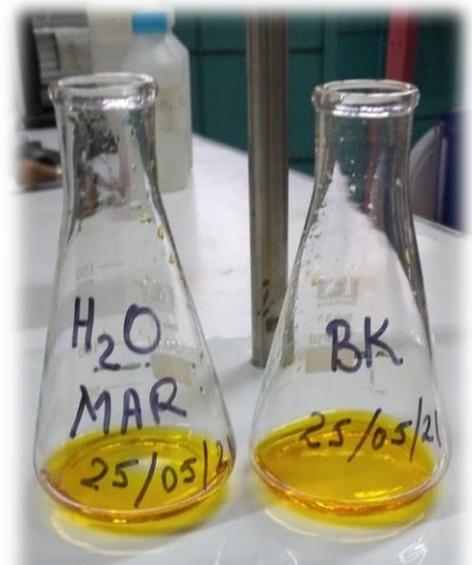
V= normalidad de Ag NO<sub>3</sub>

*Ilustración 39: Procedimientos para determinar cloruros N°1*



Se agregó el indicador, dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) a la muestra.

*Ilustración 38: Procedimientos para determinar cloruros N°2*



Se preparó el blanco con cantidades iguales de los mismos reactivos, tratados de la misma manera que la muestra

Ilustración 41: Procedimientos para determinar cloruros N°3



Se tituló con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0.1 N, el cual reaccionara con los cloruros presentes en la muestra.

Ilustración 40: Procedimientos para determinar cloruros N°4



Obtención del color adecuado para la determinación del cloruro.

#### 3.5.4 Concentración del cobre Inicial

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 2: extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, indica que los parámetros inorgánicos como el cobre, debe ser de 0.05 mg/l para Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.

En la muestra para el análisis de concentración de cobre enviado al laboratorio nos dio como resultado 0.8256 mg/l de Cu, lo que refiere un impacto según los estándares de calidad.

#### 3.5.4. Etapa 4: Proceso de tratamiento y dosis de alga *Lessonia nigrescens*

Para el proceso del tratamiento de las aguas contaminadas con cobre se utilizó la prueba de jarra. para determinar en Laboratorio las dosis de algas que deben aplicarse en las muestras de agua contaminada con cobre con el fin de lograr cambios favorables en la Calidad del Agua. Esta se regula con revoluciones por minuto analógicamente y el tiempo se mide con cronómetro.

### 3.5.5.1. Volumen de la muestra

Se tomaron 45 litros de agua de mar contaminada, la cual se llevó al laboratorio para el procedimiento. El volumen de cada muestra fue de 1500 ml en cada bloque (3) que constan de 6 muestras.

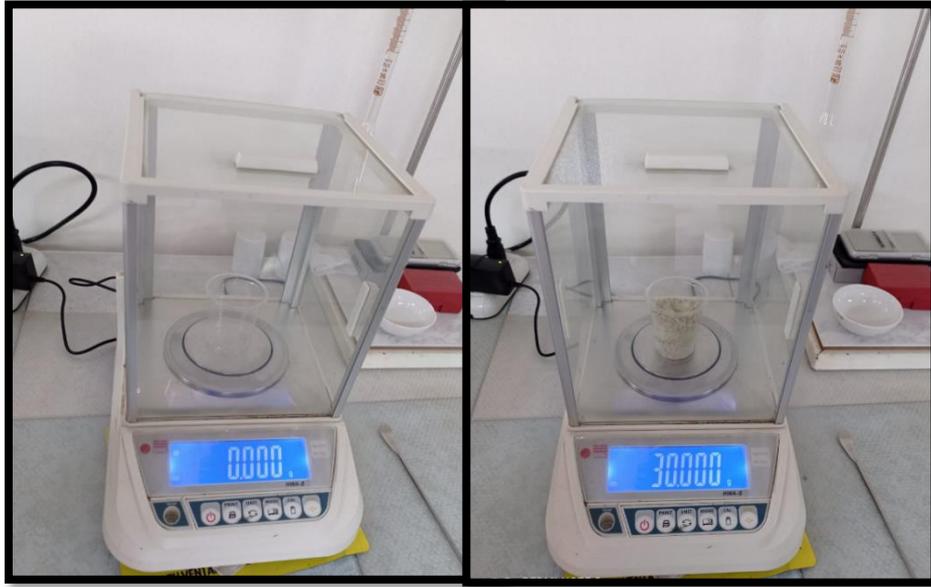
*Ilustración 42: Procedimiento para separar las muestras de agua de la bahía de Ilo en laboratorio*



3.5.5.2 Cantidad de algas usadas para el tratamiento de las muestras de agua contaminadas.

- Se calibro la balanza para pesar la cantidad de algas que se va agregar a la muestra de agua contaminada, Se agregó el 2% (30g.) del volumen de la muestra de agua (1500ml) en cantidad de algas molidas, en el primer bloque de muestras. En el segundo bloque se agregó el 4% (60g.) del volumen de la muestra de agua (1500ml) en cantidad de algas molidas y en el tercer bloque se agregó el 6% (90g.) del volumen de la muestra de agua (1500ml) en cantidad de algas molidas.

Ilustración 43: Calibración de la balanza analítica y pesado de la dosis de algas.



### 3.5.5.3 Tiempo de tratamiento

Para el acondicionamiento de la muestra se colocó 5 minutos y el equipo se graduó por 60 minutos. Los tiempos que se tomaron para el tratamiento de las muestras fueron de 10, 20, 30, 40, 50, 60 minutos en cada bloque de muestra. (6 muestras x bloque) en total 3 bloques a 160 revoluciones por minuto (RPM)

Ilustración 44: Acondicionamiento de la muestra



Ilustración 45: Tratamiento de las muestras.



### 3.5.6 Etapa 5: Evaluación del tratamiento del agua del mar

Ilustración 46: Evaluación del tratamiento del agua del mar

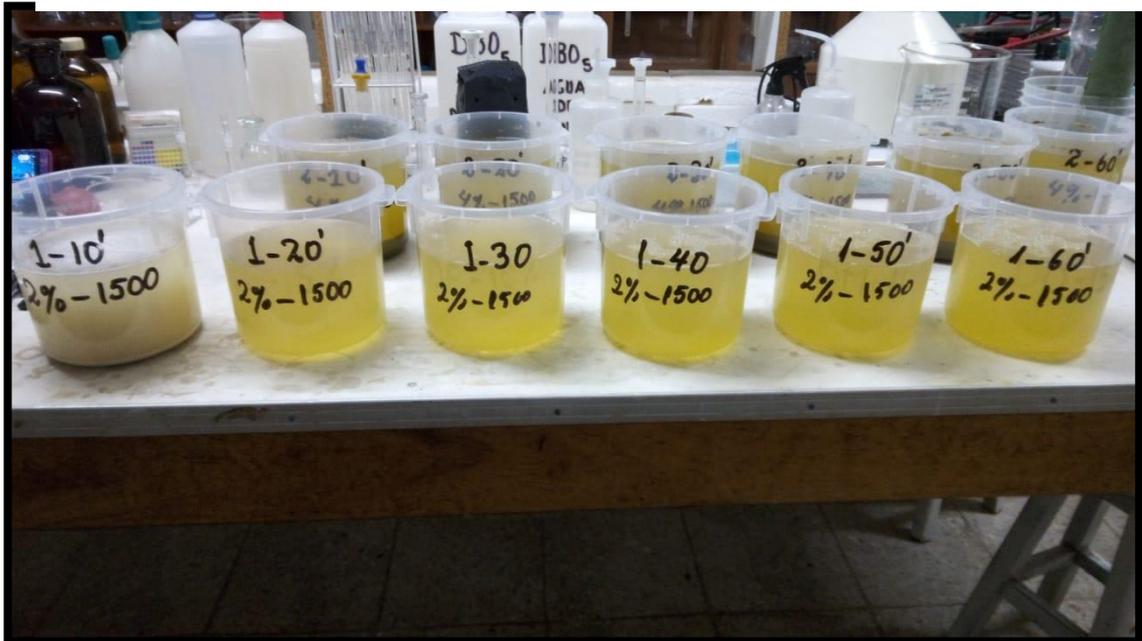
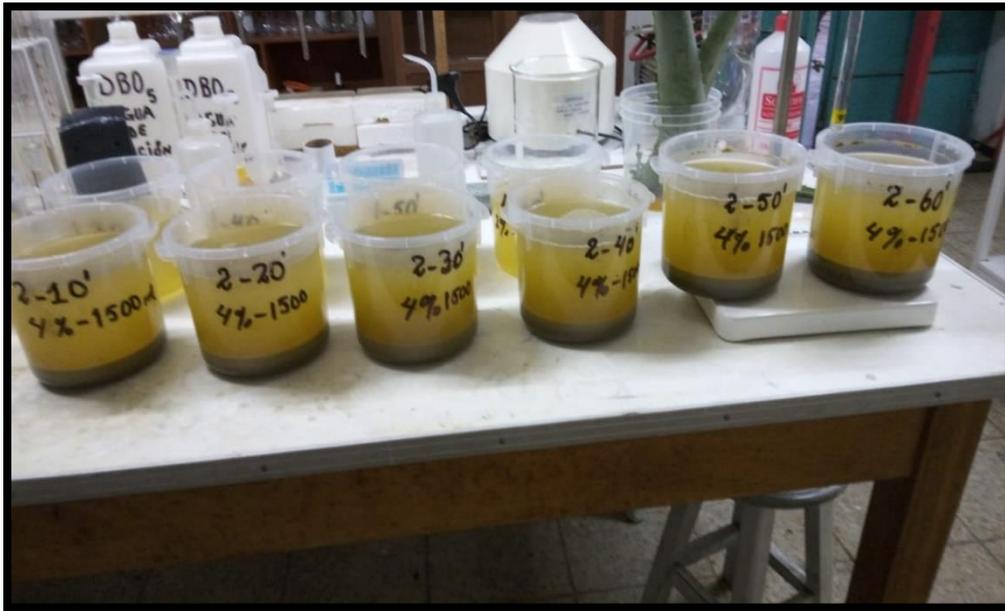


Ilustración 47: Reducción del contaminante



### 3.5. Método de análisis de datos

Este método emplea técnicas lógicas (análisis-síntesis, deducción, inducción), estadísticas (descriptivas o inferenciales), que den a conocer los datos recogidos (SEOANE T., 2007).

#### 3.5.1 Estadística inferencial

Da a conocer la distribución de la población y deducir las relaciones de las variables a partir de la información de la muestra recogida. Quiere decir que los objetivos principales de la inferencia estadística vienen a ser la estimación y el contraste de hipótesis (SEOANE T., 2007). El software que se utilizó para el análisis estadístico de los datos fue el SPSS 25.

### 3.7. Aspectos éticos

La Investigación busca respaldar los resultados de forma veraz mediante los informes que se realiza en un laboratorio, en él se hará uso de los principios éticos como veracidad y originalidad, al recolectar información, se citará y se pondrá su referencia según la norma APA que permitirá una mayor veracidad del proyecto. Esta investigación utilizará el TURNITIN como instrumento de verificación de la originalidad del proyecto. velamos porque se cumplan los máximos estándares del conocimiento científico y la propiedad intelectual de cada investigador.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Datos obtenidos en campo.

*Tabla 7: Registro de datos obtenidos en Campo*

Muestra	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura (msnm)	Fecha	Hora	pH	T(°C)	OD (m/L)	CE ds/m
				Norte / Sur	Este/este							
MES-01	ILO	ILO	MOQUEGUA	17°38'21"	71°20'15"	36	10/05/21	11:23 AM	8.09	17.6	8.42	53.7

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla N°7, se muestra los resultados obtenidos en situ, los mismos que fueron tomados por el laboratorio acreditado E&O MONITORING PERU E.I.R.L, se midieron los parámetros fisicoquímicos utilizando un multiparámetro calibrado y con el apoyo de un personal capacitado en monitoreo.

## 4.2 Caracterización del agua contaminada de la bahía de Ilo.

Tabla 8: Caracterización del agua antes del tratamiento

<b>Parámetros físico - químicos</b>	<b>Caracterización del agua del mar sin tratamiento</b>
MUESTRA	AM-IM
T °C	20.8
pH	8.5
Conductividad eléctrica (uS/cm)	5210
Eh mv	-167
Turbidez (NTU)	23.3

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, se muestra los parámetros físico – químicos de la muestra inicial del agua contaminadas de la bahía de Ilo, analizados en laboratorio.

## 4.3 Oxígeno Disuelto del agua contaminada con Cu (OD) (Método Winkler)

Tabla 9: Resultados del oxígeno disuelto del agua del mar antes del tratamiento

<b>Código</b>	<b>Vol. Winkler (ml)</b>	<b>Vol. Muestra (ml)</b>	<b>Vol. Gastado tiosulfato (ml)</b>	<b>Normalidad del tiosulfato (ml)</b>	<b>OD (mgO<sub>2</sub>/L)</b>
AM-IM	300	100	2.3	0.025	4.63

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4 Demanda química de oxígeno inicial (DQO) (Método del Dicromato)

Tabla 10: resultados de DQO

<b>Muestra</b>	<b>Volumen gastado en blanco ml</b>	<b>Volumen de muestra ml</b>	<b>Volumen gastado de SF ml</b>	<b>Normalidad SF</b>	<b>Demanda química de oxígeno mgO<sub>2</sub>/L</b>
AM-IM	3.0	3	2.8	0.25	66.6

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5 Cloruros inicial del agua de mar (Método del nitrato de plata) (Cl)

Tabla 11: resultado del análisis de cloruro

<b>Muestra</b>	<b>Factor de dilución</b>	<b>Volumen gastado AgNO<sub>3</sub></b>	<b>Normalidad AgNO<sub>3</sub></b>	<b>Cloruros mg Cl<sup>-</sup>/l</b>
AM-IM	1/25	6.2	0.1	21979

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 Demanda bioquímica de oxígeno (DQO5)

Tabla 12: resultados del ODi del DBO5

<b>Código</b>	<b>Vol. Winkler (ml)</b>	<b>Vol. Muestra (ml)</b>	<b>Vol. Gastado tiosulfato (ml)</b>	<b>Normalidad del tiosulfato (ml)</b>	<b>ODi (mgO<sub>2</sub>/L)</b>
AM-IM	300	100	2.4	0.025	4.83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: resultado del ODf del DBO5

<b>Código</b>	<b>Vol. Winkler (ml)</b>	<b>Vol. Muestra (ml)</b>	<b>Vol. Gastado tiosulfato (ml)</b>	<b>Normalidad del tiosulfato (ml)</b>	<b>ODf (mgO<sub>2</sub>/L)</b>
AM-IM	300	100	1.2	0.025	2.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Resultados del DBO5

<b>Muestra</b>	<b>Oxigeno inicial mgO<sub>2</sub>/L</b>	<b>Oxigeno final mgO<sub>2</sub>/L</b>	<b>Factor de dilución %</b>	<b>Demanda bioquímica de oxigeno mgO<sub>2</sub>/L</b>
AM-IM	4.83	2.5	15	15.53

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7 Contaminación inicial de cobre del agua de mar (Método EPA 350)

Tabla 15: Resultado del análisis de cobre en la muestra de agua

<b>Muestra</b>	<b>Volumen de la muestra ml</b>	<b>Enrase de la muestra ml</b>	<b>Medio de solución HCl</b>	<b>Concentración de Cu mg/l</b>
AM-IM	100	25	ácido	0.8256

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Tratamiento del agua de mar con alga *Lessonia nigrescens*

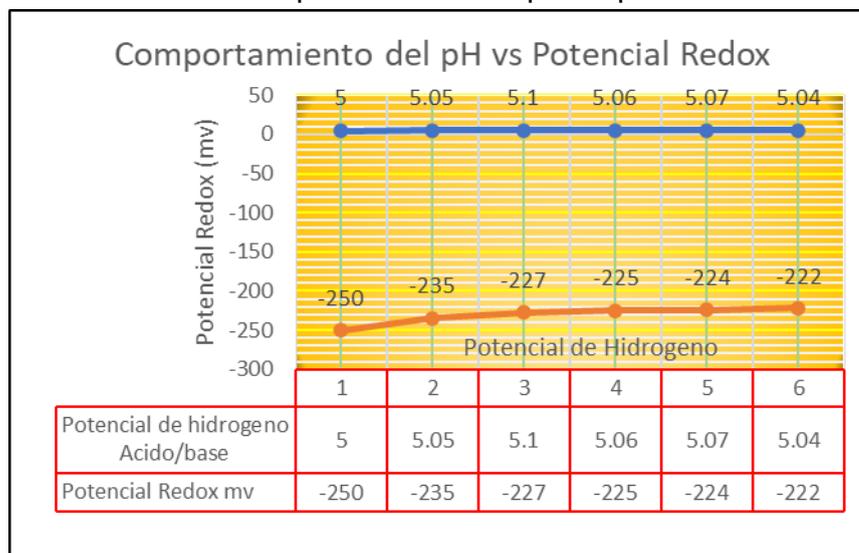
Tratamiento 1: Al 2% del alga *Lessonia nigrescens*

Tabla 16: Parámetros físico-químicos (método potenciométrico)

Tratamiento	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µs/cm	Potencial Redox mv
T1 (1-10')	19.3	5.00	74.4	-250
T1 (1-20')	19.3	5.05	74.6	-235
T1 (1-30')	19.3	5.10	74.7	-227
T1 (1-40')	19.3	5.06	68.4	-225
T1 (1-50')	19.3	5.07	68.3	-224
T1 (1-60')	19.3	5.04	68.2	-222

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48: comportamiento del pH vs potencial Redox



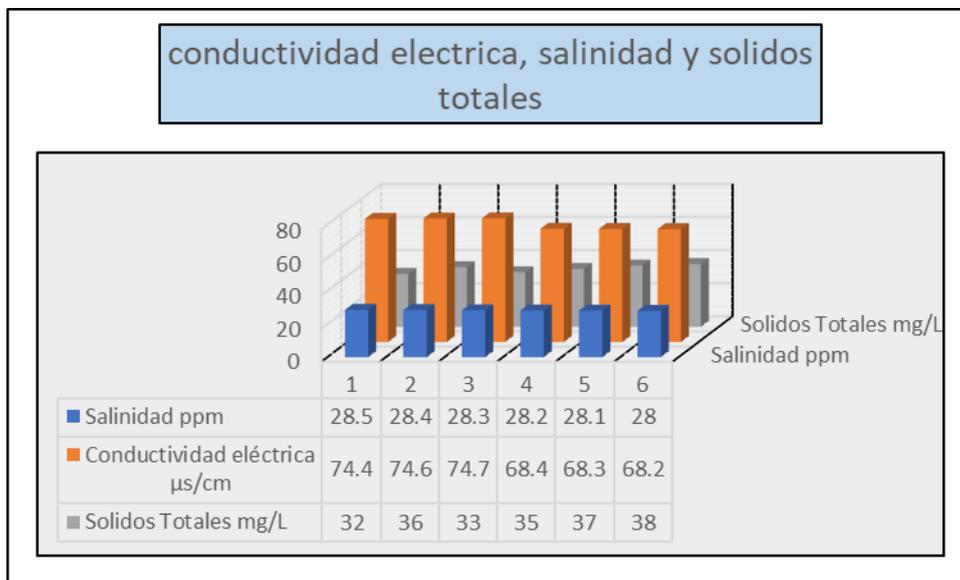
En el gráfico excel se pudo observar cómo es que el alga para tratar el Cu existente en el agua de mar esta varia su pH, lo que hace que esta precipite cuando se pone acido.

Tabla 17: Parámetros físicos y biológico (método del electrodo multiparámetro)

Tratamiento 1	Salinidad ppm	Solidos Totales mg/L	Oxígeno Disuelto mgO <sub>2</sub> /L	Turbidez NTU
T1 (1-10')	28.5	32	5.21	264
T1 (1-20')	28.4	36	5.18	260
T1 (1-30')	28.3	33	5.24	258
T1 (1-40')	28.2	35	5.20	262
T1 (1-50')	28.1	37	5.23	261
T1 (1-60')	28.0	38	5.19	266

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49: conductividad eléctrica, salinidad y sólidos totales.



En el cuadro Excel se observó que la salinidad disminuye con relación a la salinidad de agua de mar que es de 35000 ppm, lo que significa que las sales son absorbidas por el alga, además se demuestra que los sólidos totales disminuyen considerablemente, por tal razón se observa que la conductividad

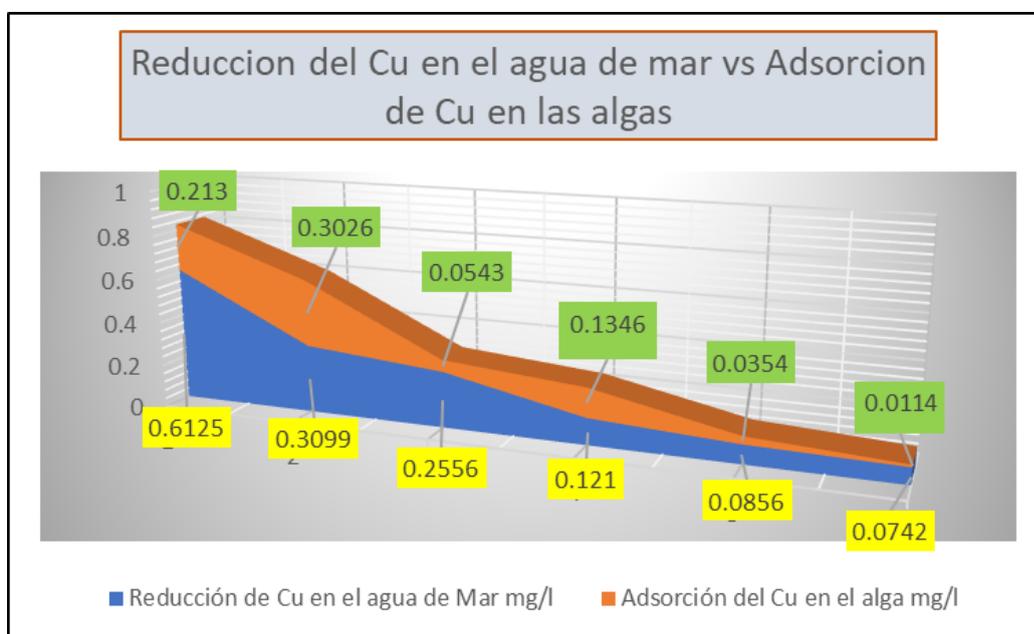
eléctrica es baja con relación a los cloruros presentes ya que estos son de 21979 de acuerdo a la tabla de caracterización.

Tabla 18: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (2% de Alga)

Tratamiento 1	Reducción de Cu en el agua de Mar mg/l	Adsorción del Cu en el alga mg/l	Volumen de muestra ml	Peso del alga g
T1 (1-10´)	0.6125	0.2130	1500	30
T1 (1-20´)	0.3099	0.3026	1500	30
T1 (1-30´)	0.2556	0.0543	1500	30
T1 (1-40´)	0.1210	0.1346	1500	30
T1 (1-50´)	0.0856	0.0354	1500	30
T1 (1-60´)	0.0742	0.0114	1500	30

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50: Reducción del Cu en el agua de la bahía de Ilo



En los resultados obtenidos la primera dosis fue la mejor ya que el agua de mar contaminado con Cu se redujo hasta 0.0742 mgCu/L, los que fueron adsorbidos por el alga. El % de reducción en este primer tratamiento fue del 91%

#### 4.9 Tratamiento 2: Al 4% del alga *Lessonia nigrescens*

Tabla 19: Parámetros físico-químicos (método potenciométrico)

<b>Tratamiento 2</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Potencial de hidrogeno Acido/base</b>	<b>Conductividad eléctrica µs/cm</b>	<b>Potencial Redox mv</b>
T2 (1-10´)	19.5	4.42	59.2	-225
T2 (1-20´)	19.5	4.28	52.6	-228
T2 (1-30´)	19.5	4.30	58.7	-230
T2 (1-40´)	19.5	4.24	58.8	-236
T2 (1-50´)	19.5	4.25	59.0	-235
T2 (1-60´)	19.3	4.20	59.6	-238

Fuente: Elaboración propia

En el tratamiento con el 4% de algas se observó como el potencial de hidrogeno se incrementa, y la conductividad eléctrica se reduce considerablemente con relación a la caracterización, lo que hace que le alga es buen reductos de cloruros presente en el agua de mar, razón por lo que el potencial redox se encuentra reduciendo y tiene signo negativo por este motivo.

Tabla 20: Parámetros físicos y biológico (método del electrodo multiparámetro)

<b>Tratamiento 2</b>	<b>Salinidad mg/l</b>	<b>Solidos Totales mg/L</b>	<b>Oxígeno Disuelto mgO<sub>2</sub>/L</b>	<b>Turbidez NTU</b>
T2 (1-10´)	27.8	44.9	3.50	268
T2 (1-20´)	27.5	44.2	3.48	265
T2 (1-30´)	27.7	44.8	3.39	264
T2 (1-40´)	27.4	40.6	3.52	263
T2 (1-50´)	27.3	40.7	3.53	270
T2 (1-60´)	27.6	40.8	3.54	272

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 la salinidad del agua de mar se reduce considerablemente, pero como el oxígeno disuelto tiene relación con el pH este disminuye de tal forma que esta dosis perjudicara a la fauna acuática, lo que hace que no sea buena.

Tabla 21: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (4% de Alga)

<b>Tratamiento 2</b>	<b>Reducción de Cu en el agua de Mar mg/l</b>	<b>Adsorción del Cu en el alga mg/l</b>	<b>Volumen de muestra ml</b>	<b>Peso del alga g</b>
T2 (1-10´)	0.8101	0.0155	1500	60
T2 (1-20´)	0.7597	0.0504	1500	60
T2 (1-30´)	0.6114	0.1483	1500	60
T2 (1-40´)	0.4281	0.1833	1500	60
T2 (1-50´)	0.2959	0.1322	1500	60
T2 (1-60´)	0.1240	0.1719	1500	60

Con un volumen constante de 1500 y 60 gramos de algas se observó que la reducción no fue lo más óptimo y el alga absorbió en menor cantidad a diferencia de la primera dosis que se comportó con una buena reducción de Cu.

#### 5. Tratamiento 3: Al 6% del alga *Lessonia nigrescens*

Tabla 22: Parámetros físico-químicos (Método Potenciométrico)

<b>Tratamiento 3</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Potencial de hidrogeno Acido/base</b>	<b>Conductivida d eléctrica µs/cm</b>	<b>Potencial Redox mv</b>
T3 (1-10´)	19.5	4.42	59.2	-225
T3 (1-20´)	19.5	4.28	52.6	-228
T3 (1-30´)	19.5	4.30	58.7	-230
T3 (1-40´)	19.5	4.24	58.8	-236
T3 (1-50´)	19.5	4.25	59.0	-235
T3 (1-60´)	19.3	4.20	59.6	-238

Fuente: Elaboración propia

La conductividad eléctrica es buena porque se va reduciendo, pero con relación al pH no es buen indicio ya que esta se altera acidificándose.

Tabla 23: Parámetros físicos y biológicos (método del electrodo Multiparámetro)

<b>Tratamiento 3</b>	<b>Salinidad mg/l</b>	<b>Solidos Totales mg/L</b>	<b>Oxígeno Disuelto mgO<sub>2</sub>/L</b>	<b>Turbidez NTU</b>
T3 (1-10')	27.8	44.9	3.50	268
T3 (1-20')	27.5	44.2	3.48	265
T3 (1-30')	27.7	44.8	3.39	264
T3 (1-40')	27.4	40.6	3.52	263
T3 (1-50')	27.3	40.7	3.53	270
T3 (1-60')	27.6	40.8	3.54	272

Fuente: Elaboración propia

La turbidez en el la dosis del 6% se ve muy alta debido a la presencia del alga lo que quita la estética del agua, la cual no categoriza para el agua de mar

Tabla 24: Reducción del Cu en el agua de mar (Cu: Inicial 0.8256) (6% de Alga)

<b>Tratamiento 3</b>	<b>Reducción de Cu en el agua de Mar mg/l</b>	<b>Adsorción del Cu en el alga mg/l</b>	<b>Volumen de muestra ml</b>	<b>Peso del alga g</b>
T3 (1-10')	0.8001	0.0255	1500	60
T3 (1-20')	0.7091	0.0910	1500	60
T3 (1-30')	0.6905	0.0186	1500	60
T3 (1-40')	0.5645	0.1260	1500	60
T3 (1-50')	0.3492	0.2153	1500	60
T3 (1-60')	0.1467	0.2025	1500	60

Se vuelve a observar con la dosis de 6% que no es buen reductor del Cu, significando que a mayor dosis esta se satura y que los cambios no son buenos por lo que la mejor dosis fue la primera dosis.

Tabla 25: Estadística del Proceso de Reducción de Cu en el agua de mar

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
RCu_1	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
RCu_2	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%
RCu_3	6	60,0%	4	40,0%	10	100,0%

Tabla 26: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RCu_1	,225	6	,200*	,847	6	,148
RCu_2	,161	6	,200*	,948	6	,725
RCu_3	,223	6	,200*	,912	6	,452

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a la estadística de normalidad se pudo observar que sus significancias son mayores a  $p > 0.05$ . Por lo tanto, acepta la hipótesis del investigador por ser normal, la que será evaluado por Pearson, de manera paramétrica.

Tabla 27: Descriptivos.

RCu								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	6	,243133	,2046053	,0835298	,028413	,457853	,0742	,6125
2	6	,504867	,2698431	,1101630	,221684	,788050	,1240	,8101
3	6	,543350	,2492065	,1017381	,281824	,804876	,1467	,8001
Total	18	,430450	,2661427	,0627304	,298100	,562800	,0742	,8101

Tabla 28: Prueba de homogeneidad de varianzas

RCu			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,555	2	15	,586

De acuerdo al estadístico de homogeneidad de Varianzas Levene es significativo, que se corrobora por la significancia, al ser  $p > 0.05$ , dando por aceptada la normalidad del estadístico inferencial.

Tabla 29: ANOVA

RCu					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,320	2	,160	2,77	,098
Dentro de grupos	,884	15	,059		
Total	1,204	17			

Análisis de Varianza tiene un F significativo entre grupos además también se puede observar la significancia mayor al  $p > 0.05$ , lo que hace que se acepte la hipótesis del investigador ya que son diferentes.

Tabla 30: Comparaciones múltiples de los tratamientos para la adsorción de cobre

Variable dependiente: RCu						
HSD Tukey						
(I) TAM_BM	(J) TAM_BM	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-,2617333	,1401517	,182	-,625773	,102307
	3	-,3002167	,1401517	,115	-,664257	,063823
2	1	,2617333	,1401517	,182	-,102307	,625773
	3	-,0384833	,1401517	,959	-,402523	,325557
3	1	,3002167	,1401517	,115	-,063823	,664257
	2	,0384833	,1401517	,959	-,325557	,402523

Tabla 31: RCu

HSD Tukey <sup>a</sup>		
		Subconjunto para alfa = 0.05
TAM_BMN		1
1	6	,243133
2	6	,504867
3	6	,543350
Sig.		,115
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.		

En la prueba de Tukey, se observa en la comparación por grupos cual fue el mejor de las dosis teniendo como aceptada la prueba 1 que tuvo reducción de 0.07 acercándose bastantes en 91% al valor de la normativa actual, y todos con un 95% en alfa.

## V. Discusión

- Según Cid en 2018, hizo una publicación mecanismos de biosorción de  $\text{Cu}^{2+}$  en biomasa muerta de *Lessonia nigrescens* para poder observar la interacción del Cu con respecto a la morfología del alga, donde se utilizó dos técnicas SEM Y AFM , se demostró que la biomasa interactuaba  $\text{Cu}^{2+}$  a través de su grupo carboxilo, sulfonato e hidroxilos a diferencia que nuestra investigación, no solamente la biomasa muerta o seca sino que trabajamos con la biomasa en tamaño o granulometría la cual realizamos un análisis granulométrica utilizando la malla +100
- Hansenl 2016 realizo en su investigación la reducción de Cu a un pH 3.2+-0.2 lo que hizo es que hizo su trabajo 200-400 mg L-1 a diferencia que la investigación que se realizó trabajo de su mejor dosis al 2% en relación volumen obteniendo una mejor bioadsorcion con un pH 5.0
- Cuizano 2010 en una revista científica puso la evaluación de metales pesados mediante la macro alga *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis* el observo como el pH contribuye a la interacción entre el ion metálico y la superficie del sorbente en la investigación se pudo observar que para el modo absorción del  $\text{Cu}^{+2}$  no se necesitó llegar a un pH3 ya que las cargas eléctricas se encuentran ligando al Cu las que son absorbidas por el agua.
- Quiroz 2017 también realizo una evaluación de la eficiencia de la biosorcion de algas *Mcrocystis Pyrfera* en la redujo de Cu, pero él lo realizo a nivel laboratorio a diferencia la presente investigación se realizó con agua contamina del mar de la bahía de Ilo obteniendo una eficiencia del 91 % a un pH 5 con una reducción 0.07 mg. l
- Tejada 2019 realizo una evaluación del recurso *Lessonia niigrescens* entre Yerbabuena y Pocomá en la región de Moquegua se hizo una valoración poblacional en la región de Ilo donde medio la densidad de su fracción joven o adulta a diferencia que la presente investigación muy

aparte de la clasificación de densidad del alga realizamos los parámetros físico químicos los que dieron como resultado que al momento que se utilizó el alga, se pudo notar la variación el pH, conductividad eléctrica, el potencial redox como también influye en la turbidez del agua.

## VI. Conclusiones

- Los procesamientos que se utilizaron fueron los más adecuados en la investigación de la tesis, ya que estos fueron un conjunto de análisis en laboratorio con el cual se logró determinar la concentración de cobre que dio como resultado 0.8256 mg/l de Cu en la muestra, lo que refiere un impacto según los estándares de calidad ambiental, además de conocer los parámetros fisicoquímicos de la muestra contaminada.
- Se identificó que las cantidades a usar de *Lessonia nigrescens* para el tratamiento de las aguas de mar contaminadas de la bahía de Ilo, fueron 2%(30g), 4%(60g), 6%(90g), las más adecuada para la absorción de cobre en la muestra de agua (1500ml)
- Se determinaron que los tiempos más adecuados en la prueba de jarras para la reducción del cobre en el agua de mar de la bahía de Ilo. Fueron de 10, 20, 30, 40, 50, 60 minutos en cada bloque de muestra. (6 muestras x bloque) en total 3 bloques a 160 revoluciones por minuto (RPM).
- En síntesis, se pudo observar cómo es que el alga para tratar el Cu existente en el agua de mar esta varia su pH, lo que hace que esta precipite cuando se pone ácido, la salinidad disminuye con relación a la salinidad de agua de mar que es de 35000 ppm, lo que significa que las sales son absorbidas por el alga.

## **VII. Recomendaciones**

- Para investigaciones futuras se sugiere analiza el cloruro de cobre para
- No se debe trabajar con mucha concentración de alga se propone trabajar con 0,5 %, 1,5% y 2% de la muestra a utilizar, ya que no habrá mucho solidos totales y el tratamiento será más representativo.
- Experimentar con otra especie de algas para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados como el cobre para comparar la efectividad en el porcentaje obtenido.

## REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua (2016) *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales* [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recurso\\_hidricos](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recurso_hidricos)
- Apaza, H., & Huahuala, J. (2019). Bioadsorción del metal cadmio (II) de aguas residuales industriales, utilizando algas marinas marrones. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11146>
- Avedaño-Romero C.G., Lopez A.-Malo y Palau E. (2013) Propiedades del alginato y aplicaciones en alimentos *Universidad de las Américas Puebla* 19(1):43-53  
[http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/ALGINATOS\\_I.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/ALGINATOS_I.pdf)
- Boschi, C. (2016). Estudio de bioadsorción de cadmio (II) utilizando las algas pardas *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*. *Universidad Peruana Cayetano Heredia*. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/1207>
- Castillo R, Tejada A, Castañeda V, Pastor R. (2011). Diagnóstico y estado de la macroalga parda aracanto *Lessonia nigrescens* en el litoral de Arequipa, Perú. 2007. *Instituto del mar del Perú* 38(4). <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2177/1/INF%2038%284%29-7.pdf>
- Ccamercco, M., & Pumatanca, Y. (2018). Evaluación de alginato de sodio como coadyuvante en la floculación para el Tratamiento de Aguas. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7531>
- Cid, HA, Flores, MI, Pizarro, JF, Castillo, XA, Barros, DE, Moreno-Piraján, JC y Ortiz, CA (2018). Mechanisms of Cu 2+ biosorption in dead biomass of *Lessonia nigrescens*: functional group interactions and morphological characterization, *Journal of environmental chemical engineering*, 6 (2), 2696-2704. <https://sci-hub.se/10.1016/j.jece.2018.03.034>

- Dirección General de Salud Ambiental (2007) *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pd](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pd)
- Gutierrez, C., Hansen, H., Hernandez, P., & Pinilla, C. (2015). Biosorción de cadmio con macroalgas marrones. *Universidad Técnica Federico Santa María*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.002>
- Hansen, H., Guitierrez, C., Jimenez, R., & Larach, H. (2016). Possible Use of the Algae *Lessonia nigrescens* as a Biosorbent: Differences in Copper Sorption Behavior Using Either Blades or Stipes. *Springer Link*, 1295-1302. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9663-5>
- He, J. y Chen, JP (2014). A comprehensive review on heavy metal biosorption by algal biomass: materials, performance, chemistry, and modeling simulation tools. *Biological source technology*, 160, 67–78. <https://scihub.se/10.1016/j.biortech.2014.01.068>
- Heredia, W. (2020). Tecnología limpia: Bioadsorción del mercurio (II) por *Lessonia nigrescens* (Alga Parda) en aguas simuladas de acuerdo a la concentración de efluentes mineros en la provincia de Caravelí-Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11066>
- Instituto del mar del Perú (2012) *Estudio sobre macroalgas pardas en el sur del Perú* 2012. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2181/1/INF%20EXT.%20IV.pdf>
- Instituto del mar del Perú (2010) *Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú*.  
<http://www.minam.gob.pe/comuma/wpcontent/uploads/sites/106/2019/04/Calidad-Marina-IMARPE.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019) *Perú anuario de estadísticas ambientales*.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf)

Lazo, D., & Mesias, T. (2019). Uso de las algas *Macrocystis Pyrifera* Bory y *Lessonia Nigrescens* Bory para el tratamiento de efluentes mineros. *Universidad Peruana Unión*. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/2443>

Lovazzano Bravo, Luis (2011) Activación de peroxirredoxinas en respuesta al estrés oxidativo causado por cobre en las macroalgas *scytosiphon gracilis* y *lessonia nigrescens* (phaeophyceae) [ *Tesis de maestría, Universidad de Chile*]. Archivo digital.

[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112082/lovazzano\\_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112082/lovazzano_cd.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Manoli, G. (2015) Evaluación de una estrategia de detoxificación de efluentes contaminados con metales pesados utilizando algas marinas chilenas, *Universidad Austral de Chile*.

<https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/Informe-final-Evaluacion-de-una-estrategia-de-detoxificacion-contaminados-con-metales-pesados-utilizando-algas-marinas-chilenas.pdf>

Martin L. F. (2019) La contaminación de los mares europeos continúa. *Meteored*. <https://www.tiempo.com/ram/la-contaminacion-de-los-mares-europeos-continua.html>

Meynard, A., Espinoza, C., Nuñez, A., Castañeda, F., & Contreras, L. (2021). Efectos sinérgicos, antagonistas y aditivos de metales pesados (cobre y cadmio) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) bajo combinaciones binarias y terciarias en especies clave de algas marinas que forman hábitats de Chile. *Springer Link*, 18300-18307. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13261-6>

- Ministerio de Defensa (2013). *Normas Técnicas Hidrográficas N°10(2)*  
<https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/normastecnicas/NormasTecnicasHidrograficasN%C2%B010.pdf>
- Ministerio de salud (2011) *Perú anuario de estadísticas ambientales (1)*.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Reglamento\\_Calidad\\_Agua%20D.S%20N%C2%B0031-2010-SA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Reglamento_Calidad_Agua%20D.S%20N%C2%B0031-2010-SA.pdf)
- Pennesi, C., Veglio, F., Totti, C., Romagnoli, T., & Beolchini, F. (2012). Biomasa muerta de macrófitos marinos como biosorbentes de arsénico (V). *Springer Link*, 1495-1502. <https://doi.org/10.1007/s10811-012-9808-2>
- Quispe, J. (2016). Estudio de niveles de Pb (II) y Cd (II) en macroalgas marinas del litoral arequipeño, como propuesta de bioindicador marino, Arequipa - 2015. *Universidad Católica de Santa María*.  
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5510>
- Quiroz Vilca A. (2017) *Biosorción del alga marina parda *Macrocystis Pyrifera* en la reducción de cobre en soluciones acuosas a nivel de laboratorio*, SJL-2017 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo] Archivo digital  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10874>
- Raize, O., Argaman, Y. y Yannai, S. (2004). Mechanisms of biosorption of different heavy metals by brown marine macroalgae. *Biotechnology and bioengineering*, 87 (4), 451–458. <https://sci-hub.se/10.1002/bit.20136>
- Reategui, M., Maldonado, H., Ly, M., & Guibal, E. (2010). Biosorción de mercurio (II) utilizando *Lessonia* sp. Quelpo. *Springer Link*, 805-822.  
<https://doi.org/10.1007/s12010-010-8912-5>

Sistema Nacional de Información Ambiental (2010) *Resolución Ministerial N° 225-2010-MINAM .- Aprobación del Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) 2010-2011.*  
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprobacion-plan-estandares-calidad-ambiental-eca-limites-maximos>

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2019) Perú: Existen más de 7 mil personas afectadas por contaminación con metales pesados. *SPDA Actualidad Ambiental.*

<https://www.actualidadambiental.pe/peru-existen-mas-de-7-mil-personas-afectadas-por-contaminacion-con-metales-pesados/>

Tejada, A. y Baldarrago, D. (2019) Evaluación del Recurso *Lessonia nigrescens* Bory De Saintvincent, 1826 Entre Yerbabuena y Pocoma, Región Moquegua, Setiembre – Octubre 2015, *Informe de IMARPE* , 45(1) 1-8  
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3335/1/Informe%20461%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20recurso%20Lessonia%20nigrescens.pdf>

Vera Izurieta, D. (2014) *Efecto de la extracción del alga lessonia trabeculata, Villouta & Santelices, sobre el macrobentos en Marcona, Perú* [ Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Archivo digital.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2390/M40-V4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yabur, A. Bashan Y, Hernandez-Carmona G. (2007) alginate from the macroalgae *Sargassum Sinicola* as a Novel Source for Microbial Immobilization Material in Wastewater Treatment and Plant Growth Promotion. *Journal of Applied Phycology*, 19(1):43-53

## ANEXOS

### Anexo 1. Declaratoria de originalidad de los autores

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>	
<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL</b>	
<p>Nosotros, DANIEL TREBEJO PENADILLO, EVELYN KARINA TORRES LEON estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores titulada: ".USO DE LESSONIA NIGRESCENS. PARA LA ABSORCIÓN DE COBRE EN LAS AGUAS CONTAMINADAS DE LA BAHÍA DE ILO, 2021.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores:</p>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. No ha sido plagada ni total, ni parcialmente.</li><li>2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.</li><li>3. No ha sido publicada ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.</li><li>4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.</li></ol>	
<p>En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.</p>	
<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
DANIEL TREBEJO PENADILLO DNI: 41712440 ORCID: (ORCID: 0000-0003-3111-1	Firmado digitalmente por : DTREBEJOP el 12-07-2021 18:13:41
EVELYN KARINA TORRES LEON DNI: 42153142 ORCID: 0000-0001-8830-0945	Firmado digitalmente por : ETORRESL4 el 12-07-2021 18:04:22

Código documento Trilce: TRI - 0127655

## Anexo 2. Autorización de publicación en repositorio institucional



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Nosotros, TORRES LEÓN EVELYN KARINA, TREBEJO PENADILLO DANIEL identificados con DNIs N° 42153142, 41712440, (respectivamente) estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, autorizamos (X), no autorizamos ( ) la divulgación y comunicación pública de nuestra Autorización de Publicación en Repositorio Institucional: "USO DE LESSONIA NIGRESCENS PARA LA ABSORCIÓN DE COBRE EN LAS AGUAS CONTAMINADAS DE LA BAHÍA DE ILO, 2021."

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

-----  
-----

LIMA 12 de Julio del 2021

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
TORRES LEÓN EVELYN KARINA DNI: 42153142 ORCID: 0000-0001-8830-0945	Firmado digitalmente por : ETORRESL4 el 12-07-2021 18:04:18
TREBEJO PENADILLO DANIEL DNI: 41712440 ORCID: (ORCID: 0000-0003-3111-1	Firmado digitalmente por : DTREBEJOP el 12-07-2021 18:13:40

Código documento Trilca: TRI - 0127853

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

I N D E P E N D I E N T E	<i>Lessonia nigrescens</i>	<p>Lessonia nigrescens Bory de Saint-Vincent, es un alga parda del intermareal rocoso que forma parte del grupo de macroalgas comerciales en el Perú, La pared celular de las algas marinas pardas, contienen 3 componentes principales : La celulosa como soporte estructural ,el alginato (ácido manurónico y gularónico) complejado con metales ligeros como Na+,K+Mg2+ y Ca2+,y otros polisacáridos sulfatados(sulfonatos), las biomasa de algas pardas posee varios grupos químicos que puede atraer metales: acetamida, amino, amida, sulfhidrilo, sulfonato y carboxilo, las cuales originan un mecanismo para capturar metales, en los que se incluyen la atracción electrostática, la complejación, el intercambio iónico, la unión covalente, la atracción de Van der Waals. (Cid et al, 2018)</p> <p>El diámetro mayor del rizoide (DMR) promedio es de 14,1 cm, La longitud total (LTO) es un rango de 57,5 a 89,5 cm, Peso total (PT) g. El peso promedio fue de 2,02 kg (IMARPE, 2010)</p>	<p>Se realizará una selección de macro alga, la cual será trabajada en diferentes dosis y tiempos en aguas contaminadas con cobre de la bahía de Ilo</p>	Características morfológicas	tamaño	
					color	
					ancho de las fondas	
					altura	
				dosis	30	g
					60	g
					90	g
				Tiempo de contacto	T1 = 10	Minutos
					T2= 20	Minutos
					T3= 30	Minutos
T4= 40	Minutos					
T5= 50	Minutos					
T6= 60	Minutos					
D E P E N D I E N T E	Absorción de cobre de las aguas contaminadas de la bahía de Ilo	Absorción cobre	Absorción de cobre de las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, se medirán mediante: los parámetros fisicoquímicos y capacidad de absorción	Parámetros fisicoquímicos	pH	
					Temperatura	°C
					Oxígeno Disuelto	mgO2
					Conductividad Eléctrica	S/cm
					Cu	
					Turbidez	NTU
				capacidad de absorción	Concentración inicial del cobre	mg/L
					Concentración final del cobre	mg/L

## Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha análisis de las características de la *Lessonia nigrescens*

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina / Trebejo Penadillo, Daniel

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
CIP 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Registro de Datos en Campo

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina / Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 SI

 NO

**95%**

 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Registro de datos obtenidos de la muestra inicial en laboratorio

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 si



 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 1.

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

#### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

#### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

si

95%

  
Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
CIP 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 Y 21 días en el muestreo N° 2.

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 sí

 no

 95%


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Benites Alfaro Elmer Gonzales.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 3.

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

 si

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

 95%

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Lizarzaburu Aguinaga Dany Alonso.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Registro de Datos en Campo

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina / Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 X  

**95%**


Dany Lizarzaburu Aguinaga  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP N° 95555

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Lizarzaburu Aguinaga Dany Alonso.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Registro de datos obtenidos de la muestra inicial en laboratorio

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
**95%**


Dany Lizarzaburu Aguinaga  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP N° 95555

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Lizarzaburu Aguinaga Dany Alonso.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 1.

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 X  

**95%**


Dany Lizarzaburu Aguinaga  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP N° 95555

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Lizarzaburu Aguinaga Dany Alonso.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 Y 21 días en el muestreo N° 2.

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**
 X

**95%**


Danny Lizarzaburu Aguinaga  
Ingeniero Químico  
Rég. CIP N° 35593

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Lizarzaburu Aguinaga Dany Alonso.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Ingeniero Químico

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 3.

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

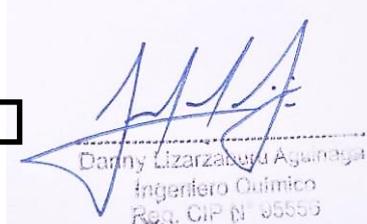
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**


**95%**


Dany Lizarzaburu Aguinaga  
Ingeniero Químico  
Reg. CIP N° 95555



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Jave Nakayo, Jorge Leonardo.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Ficha de análisis de las características morfológicas de la *Lessonia nigrescens*

Título de Investigación: “Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina / Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85%

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Jave Nakayo, Jorge Leonardo.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Registro de Datos en Campo

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina / Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85%



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Jave Nakayo, Jorge Leonardo...

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Registro de datos obtenidos de la muestra inicial en laboratorio

 Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85%



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Jave Nakayo, Jorge Leonardo.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 1.

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85%



**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**DATOS GENERALES:**

Apellidos y Nombres del validador: Jave Nakayo, Jorge Leonardo.

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 Y 21 días en el muestreo N° 2.

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

**PROMEDIO DE VALORACIÓ**





## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del validador:

Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

Especialidad del validador: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Nombre de Instrumento: Ficha de Concentración final de los tratamientos de los 7, 14 y 21 días en el muestreo N° 3.

Título de Investigación: "Uso de *Lessonia nigrescens* para la absorción de cobre en las aguas contaminadas de la bahía de Ilo, 2021

Autor(es) del Instrumentos: Torres León, Evelyn Karina /Trebejo Penadillo, Daniel

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



FICHA ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA *Lessonia nigrescens*

 <b>Análisis de las Características de la <i>Lessonia nigrescens</i></b>						
Muestra	Tamaño (cm)	Color	Tamaño de fondas (cm)	Nitrógeno %	Fósforo %	Oxígeno &

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

  
 Danny Lizarzaburu Ayala  
 Ingeniero Químico  
 Reg. CIP N° 65500



**REGISTRO DE DATOS EN CAMPO**

Investigador (es): Torres León, Evelyn Karina

Trebejo Penadillo, Daniel

Punto de monitoreo	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura (msnm)	Fecha	Hora	pH	T (°C)	OD (m/L)	Observaciones
				Norte/Sur	Este/Oeste							

Fuente: Protocolo de monitoreo de la calidad del agua (ANA)

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

  
 Dany Lizarzaburu Aguirre  
 Ingeniero Químico  
 Reg. CIP 61 35502



**REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA INICIAL EN LABORATORIO**

Investigador(es): Torres León, Evelyn Karina

Trebejo Penadillo, Daniel

Lugar: Fecha:

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua contaminada con Cu					
Número de muestra	pH	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (m/L)	Conductividad eléctrica ( S/cm)	Turbidez (NTU)	Concentración inicial de Cu (mg/L)	Observaciones

Fuente: Elaboración propia

  
 Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
 CIP 71998

  
 Danny Gizarzabera  
 Ingeniero Químico  
 Reg. CIP N. 15500



Anexo 5. Expertos que validaron los instrumentos.

Nombre de Expertos	Especialidad	Validez
Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales	Ingeniero Químico	95%
Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso	Ingeniero Químico	95%
Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo.	Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.	85%
PROMEDIO TOTAL		91.7%

Anexo 6. Certificados de análisis de concentración de cobre antes del





---

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-5301**

**IV. RESULTADOS**

<b>ITEM</b>	<b>1</b>
<b>CÓDIGO DE LABORATORIO:</b>	M-21-18975
<b>CÓDIGO DEL CLIENTE:</b>	AM-01
<b>COORDENADAS:</b>	NO APLICA
<b>UTM WGS 84:</b>	NO APLICA
<b>PRODUCTO:</b>	Agua Salina
<b>SUB PRODUCTO:</b>	Mar
<b>INSTRUCTIVO DE MUESTREO:</b>	I-OPE-1.7
<b>FECHA y HORA DE MUESTREO:</b>	25-05-2021 16:40

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales ICP-MS <sup>2</sup>				
Cobre	mg/L	0,0001	0,0002	0,8266

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.  
 L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.  
 "-": No ensayado  
 NA: No Aplica

**V. OBSERVACIONES**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

**"FIN DE DOCUMENTO"**

tratamiento

Anexo 7. Certificados de análisis de concentración de cobre después del tratamiento



INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-7504

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-38140
CÓDIGO DEL CLIENTE:				MA-01
COORDENADAS:				NO APLICA
UTM WGS 84:				NO APLICA
PRODUCTO:				Agua Salina
SUB PRODUCTO:				Mar
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:				01-07-2021 14:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales ICP-MS <sup>1</sup>				
Cobre	mg/L	0,0001	0,0002	0,3050

<sup>1</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

\*: No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"