



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“Cinética de Remoción de la Turbidez en Aguas Residuales de Curtiembre
Mediante Coagulantes Naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus
chamissoi* Lima – 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra

ASESOR:

Mg. Rita Jacqueline Cabello Torres

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de recursos naturales

LIMA – PERÚ

2018 - II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) Monica del Pilar Salcedo Cartuvarica
cuyo título es: "Cinética de remoción de la turbidez en aguas
residuales de Cortiembre mediante coagulantes naturales
Ementa analoga y Chondracanthus chomissoi Umer- 2018"

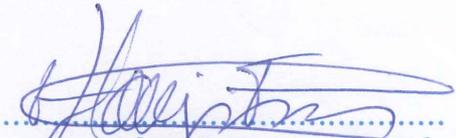
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16
(Número) DIECISEIS (letras).

Lima 14 de 12 del 2018



Mg. Fernando A. Sernaqué Aucchuasi

PRESIDENTE



Mg. César F. Honores Balcázar

SECRETARIO



Mg. Rita J. Cabello Torres

VOCAL

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

Dedicatoria

La presente tesis la dedico de una manera muy especial a mis padres, Fortunato Salcedo Blanco y Sonia Carhuaricra Alania por su amor, sacrificio y paciencia durante estos años, gracias a ustedes por permitirme llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mi hermana Jessica por el apoyo moral a lo largo de esta etapa.

Así mismo a todas las personas que hicieron lo posible que este trabajo se realice con éxito, en especial a mis amistades, que me brindaron su apoyo y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de esta etapa, ser la fortaleza, el apoyo en momentos difíciles y salud para continuar en este proceso.

A todos mis maestros que con su profesionalismo, experiencia y conocimiento supieron guiarme de la mejor manera.

A toda mi familia por estar siempre presente. Y de manera especial a Katherine y Yamilet, por ser mis cómplices en esta acontecimiento.

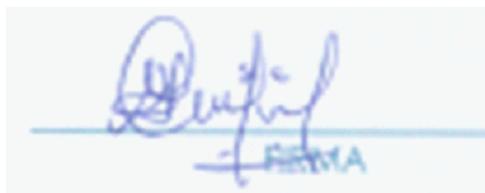
Declaratoria de autenticidad

Yo Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra con DNI N° 72088639, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de Diciembre de 2018



Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra

DNI: 72088639

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada **“Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi* Lima – 2018”**, cuyo objetivo fue evaluar la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales *Emerita análoga* y *Chondracanthus chamissoi* y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Ambiental.

La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica las fuentes bibliográficas, así como el planteamiento de problema, formulación del problema, objetivos e hipótesis; en el segundo capítulo se muestra la metodología de la investigación, en el tercer capítulo se detalla los resultados. En el cuarto capítulo se explica el intercambio de puntos de vista con respecto a otros autores sobre el tema. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones del trabajo. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones.

Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra

RESUMEN

En la presente investigación, se evaluó la cinética de remoción de turbidez en aguas procedentes de un efluente de la etapa pelambre de una industria curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi*, para ello e determino la influencia de la dosis del coagulante natural, el pH y el tiempo, aplicando el método de coagulación a nivel de laboratorio con el alginato de sodio obtenido a partir de la alga *Chondracanthus chamissoi* y el quitosano generado a partir del caparazón del muy muy *Emerita analoga*, para ello se tomó 20 litros como muestra del efluente, teniendo como población 20 toneladas por m³.

Se utilizó como instrumento la test de jarras para desarrollar el proceso de coagulación y encontrar el pH, la dosis y tiempo optimo; se trabajó a dos dosis para ambos coagulantes naturales (0.8gr/L y 1.2 gr/L) a un pH de 4 y con un tiempo de 45 minutos.

Se concluyó que el modelo pseudo primer orden fue el mejor coeficiente de correlación para ambos coagulantes, para la *Emerita analoga* presento una pendiente $K=0.046$ 1/s para 0.8gr/L y $k=0.079$ 1/s para 1.2gr/L, mientras que para *Chondracanthus chamissoi* presento una pendiente $k=0.050$ 1/s para 0.8gr/L y $k=0.068$ 1/s para 1.2gr/L. Así mismo se obtuvo una remoción de turbidez en un 99%. Para el coagulante *Emerita analoga* con una dosis de 0.8gr/L se alcanzó 99.19% y con una dosis de 1.2gr/L se alcanzó 99.32% y para el coagulante *Chondracanthus chamissoi* con una dosis de 0.8gr/L se obtuvo 99.28% y con 1.2gr/L se obtuvo 99.50%.

Palabras claves: Pelambre, coagulación, pH, dosis, tiempo, cinética.

ABSTRACT

In the present investigation, the kinetics of the turbidity removal in the waters of an effluent from the stage of a tannery industry was evaluated through the application of natural coagulants *Emerita analoga* and *Chondracanthus chamissoi*, for this the influence was determined the dose of natural coagulant, pH and time, applying the method of coagulation at the laboratory level with the sodium alginate obtained from algae *Chondracanthus chamissoi* and chitosan from the shell of the very very *Emerita analoga*, for this it was taken 20 liters As a sample of the effluent, having as population 20 tons for m³.

It was used as an instrument the jar test to develop the process of coagulation process and find the optimum pH, dose and time; it worked at two doses for both natural coagulants (0.8 gr / L and 1.2 gr / L) at a pH of 4 and with a time of 45 minutes.

It was concluded that the pseudo first order model was the best correlation coefficient for both coagulants, the *Emerita analoga* presented a slope $K = 0.046$ 1 / s for 0.8gr / L and $k = 0.079$ 1 / s for 1.2gr / L, while *Chondracanthus chamissoi* I presented a slope of $k = 0.050$ 1 / s for 0.8gr / L and $k = 0.068$ 1 / s for 1.2gr / L. Also, a turbidity removal of 99% was obtained. For the coagulant *Emerita analoga*, with a dose of 0.8 gr / L it was reached 99.19% and with a dose of 1.2 gr / L it is 99.32% and for the coagulant *Chondracanthus chamissoi* with a dose of 0.8 gr / L it is 99.28% and with 1.2gr / L, 99.50% was obtained.

Keywords: Coagulation, pH, dose, time, kinetics.

Índice general

I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Trabajos previos	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	17
1.3.1. Proceso de curtido de pieles	17
1.3.2. Cinética con Coagulantes Naturales:	20
1.3.3. Cinética química:	20
1.3.4. Modelos Cinéticos	21
1.3.5. Coagulación	24
1.3.6. Floculación	28
1.3.7. Coagulantes	29
1.3.8. Coagulantes Naturales:	29
1.3.9. Remoción	33
1.4. Formulación del problema	34
1.4.1. Problema general	34
1.4.2. Problemas específicos	34
1.5. Justificación del estudio	34
1.6. Hipótesis	35
1.6.1. Hipótesis general	35
1.6.2. Hipótesis específicas	35
1.7. Objetivos	35
1.7.1. Objetivo general	35
1.7.2. Objetivo específicos	35
II. MÉTODO	35
2.1. Diseño de la investigación	35
2.2. Variables, Operacionalización	36
2.2.1. Variables	36
2.2.2. Operacionalización de las variables	37
2.3. Población y muestra	39
2.3.1. Población	39
2.3.2. Muestra	39
2.3.3. Muestreo	39
2.4. Técnicas, Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	39
2.4.1. Técnicas	39

2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	39
2.4.3.	Validez y confiabilidad.....	40
2.4.4.	Metodología del experimento	40
2.5.	Aspectos éticos	48
III.	RESULTADOS.....	48
3.1.	Prueba de jarras	48
IV.	DISCUSION.....	64
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	66
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRACIAS.....	67
ANEXOS	72
	ANEXO N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	72
	ANEXO N°2 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	74
	ANEXO N° 03 FICHAS DE VALIDACION DE INSTRUMENTO	76
	ANEXO N°4: VALIDEZ DE RESULTADOS.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	taxonomía del yuyo	30
Tabla 2:	Taxonomía del muy muy.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Flujograma del proceso de producción de curtido	18
Figura 2:	Grafica de la reacción de primer orden	22
Figura 3:	Grafica de la reacción de segundo orden	24
Figura 4:	Fases de la coagulación.....	25
Figura 5:	Fases del proceso de coagulación.....	25
Figura 6:	Coagulación por adsorción y neutralización	26
Figura 7:	Coagulación de barrido	27
Figura 8:	Chondracanthus chamissoi	30
Figura 9:	Pasos para elaborar el alginato de sodio	31
Figura 10:	Emerita analoga	32
Figura 11:	Pasos para la elaboración del quitosano.	33
Figura 12:	Prueba de jarras a pH diferentes	46
Figura 13:	Prueba de jarras con dosis diferentes.....	47
Figura 14:	Prueba de jarras para determinar el tiempo optimo.....	47
Figura 15:	Determinación de pH con Chondracanthus chamisso y Emerita analoga.....	49
Figura 16:	Determinación de dosis óptima con Chondracanthus chamissoi y Emerita análoga a un pH 4	50

Figura 17: Determinación de tiempo óptimo con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i>	51
Figura 18: Determinación de tiempo óptimo con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i>	52
Figura 19: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con <i>Chondracanthus chamissoi</i>	54
Figura 20: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con <i>Emerita analoga</i>	56
Figura 21: Aplicación de modelo de orden cero para <i>Emerita analoga</i>	57
Figura 22: Aplicación de reacción de orden cero para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	58
Figura 23: Aplicación de reacción de primer orden para <i>Emerita analoga</i>	59
Figura 24: Aplicación de reacción de primer orden para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	60
Figura 25: Aplicación de reacción de segundo orden para <i>Emerita analoga</i>	61
Figura 26: Aplicación de reacción de segundo orden para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	62
Figura 27: Porcentaje de remoción <i>Emerita analoga</i>	63
Figura 28: Porcentaje de remoción <i>Chondracanthus chamissoi</i>	63

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Matriz de operacionalización de las variables	37
Cuadro 2: Equipos e instrumentos utilizados en la investigación	41
Cuadro 3: Determinación del acondicionamiento de las algas	43
Cuadro 4: Peso final seco de la alga	44
Cuadro 5: Determinación del volumen de HCL 0.1 N	44
Cuadro 6: Determinación del acondicionamiento del muy muy	45
Cuadro 7: Peso final seco del muy muy	45
Cuadro 8: Determinación del volumen de HCL 1M	45
Cuadro 9: Características fisicoquímicas de la muestra del agua residual de la etapa de pelambre	48
Cuadro 10: Determinación de pH con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i>	49
Cuadro 11: Determinación de dosis con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i> a un pH 4	50
Cuadro 12: Determinación de tiempo optimo con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i> con una dosis de 0.6gr	51
Cuadro 13: Determinación de tiempo optimo con <i>Chondracanthus chamissoi</i> y <i>Emerita analoga</i> con una dosis de 0.4gr	52
Cuadro 14: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con <i>Chondracanthus chamissoi</i>	53
Cuadro 15: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con <i>Emerita analoga</i>	54
Cuadro 16: Aplicación de reacción de orden cero para <i>Emerita analoga</i>	56
Cuadro 17: Aplicación de reacción de orden cero para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	57
Cuadro 18: Aplicación de reacción de primer orden para <i>Emerita analoga</i>	58
Cuadro 19: Aplicación de reacción de primer orden para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	59
Cuadro 20: Aplicación de reacción de segundo orden para <i>Emerita analoga</i>	60
Cuadro 21: Aplicación de reacción de segundo orden para <i>Chondracanthus chamissoi</i>	61
Cuadro 22: Porcentaje de remoción <i>Emerita analoga</i>	62
Cuadro 23: Porcentaje de remoción <i>Chondracanthus chamissoi</i>	63

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo refiere la remoción de la turbidez presente en el agua de la industria de curtiembre aplicando la cinética, que se define como el estudio de la velocidad de las reacciones químicas, mediante este proyecto se propuso reemplazar los coagulantes sintéticos como el sulfato de aluminio, por coagulantes naturales obtenidos de especies marinas como yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) los cuales son polímeros que son extraídos de algas marinas y el muy muy (*Emerita analoga*) que son crustáceos donde se obtiene el quitosano.

En el Perú, hoy en día se desarrollan diversas actividades socioeconómicas como comercio, minería, agricultura, industria y entre otras actividades. Sin embargo a lo largo del tiempo el crecimiento industrial ha formado una parte muy importante en nuestra sociedad, por lo mismo que hay un excesivo consumo de productos en la población.

AYALA. J (2017, p. 4-5). Afirma que una de la causas de la contaminación de los recursos hídricos, es el vertimiento de efluentes de las distintas industrias hacia los cuerpos de agua naturales. Entre ellas se encuentra la industria de curtiembre que representa un sector importante en la industria, sin embargo esta actividad genera una gran problemática dado que sus procesos de producción utiliza insumos y productos altamente tóxicos que posterior son expulsados como residuos y/o efluentes con alto contenido en sulfuro, cloro, cromo y materia orgánica.

Actualmente las industrias de curtiembre incluyen diversas etapas, de las cuales se resalta la etapa de pelambre, donde la materia prima es tratada con sulfuro de sodio y cal en medio alcalino, sin embargo para aislar el exceso de cal, la materia prima pasa por otro proceso llamado “desencale” que genera aguas residuales con elevadas concentraciones de sulfuro, que al entrar en contacto con cuerpos de agua se producen gases tóxicos, produciendo malos olores. (ORTIZ, N.2015, p.117). Por lo general, también se encuentra aguas con alto nivel de turbidez, DQO, DBO y cromo en solución.

En muchos casos para el tratamiento de estas aguas las plantas de tratamiento utilizan como coagulantes sales de aluminio entre el más común y eficaz se encuentra el sulfato de aluminio, que estos a su vez son considerados altamente dañino debido a los efectos negativos que genera, es por ello que estos tratamientos con coagulantes sintéticos hoy

en día son muy cuestionados. (Campos, J., Colina, G., Fernández, N., Torres, G y Ojeda, G. 2003).

Para desarrollar el trabajo, se empleó el método de Jar Test utilizando coagulantes naturales, esta técnica viene hacer la más usada para obtener las condiciones y dosificación optimas en el tratamiento del agua, es decir nos ayudara a determinar la dosis optima, intensidad de mezcla, duración y floculación, la prueba de jarras simula el periodo de mezcla rápida, mezcla lenta y sedimentación. En cuanto al tipo de muestra empleado en la metodología para el estudio, es la muestra no probabilística conocido como intencional. Consiste en una investigación a prueba de laboratorio, donde a partir de la ficha de observación se tomara los datos correspondientes.

Tiene como finalidad evaluar la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales “*Emerita analoga* y *Chondracanthus Chamissoi*”.

Lo mencionado con anterioridad se detallara a continuación de acuerdo a los siguientes capítulos de la investigación: el capítulo I, se realiza el planteamiento del problema, juntamente con la formulación del problema, objetivos e hipótesis, así como, fuentes bibliográficas. En el capítulo II veremos la metodología de la investigación que nos permitirá definir, evaluar y sistematizar métodos, técnicas y procedimientos que se deben seguir para el desarrollo. Capitulo III, se detalla los resultados. En el capítulo IV se explica el intercambio de puntos de vista con respecto a otros autores sobre el tema. En el capítulo V se presenta las conclusiones del trabajo y por último en el capítulo VI se detalla las recomendaciones.

1.1. Realidad problemática

APELO A. (2017), p.14. Menciona que en los últimos años se observó un gran número de industrias de curtido, los cuales dan origen a la principal problemática que se viene discutiendo en el país; La informalidad de dichas industrias, las cuales provocan alto grado de contaminación en cuerpos aguas naturales, alcantarillado y ríos, debido al vertimiento de sus efluentes sin un pre tratamiento.

Un claro ejemplo se encuentra en la región Lima, observaremos que el rio Rímac, es el principal abastecedor de agua para la población y esta viene siendo afectado puesto que

muchas de las industrias están ubicadas en la rivera del cauce y por tal razón sus vertimientos de aguas residuales son excesivas y sin control.

Es muy probable que las industrias de curtiembre formales sigan disminuyendo como se ha ido observando en los últimos años, lo que genera más industrias informales, ya que dentro de sus procesos de curtido constituyen una mayor preocupación, la etapa de pelambre y cromado ya que presentan alto nivel de turbidez, DQO, DBO, sólidos, sulfuros y cromo en solución. En muchos casos estos no cuentan con un tratamiento para las aguas contaminadas que son generados.

En esta investigación se explora la cinética que determina los procesos químicos de adsorción de la turbidez mediante la aplicación de coagulantes naturales elaborados a partir de las especies de *Emerita analoga* y *Chondracanthus Chamissoi* sobre las aguas residuales de curtiembre.

1.2. Trabajos previos

BORJA, Neptalí, GARCIA, Victor, YIPMANTIN, Andrea, GUZMAN, Enrique y MALDONADO, Holder. (2015). Estudio la cinética de biosorción de plomo a 20°C y la influencia del pH en el alga *Ascophyllum nodosum*, determino según los datos experimentales de cinética de biosorción que se presentaron mayores coeficientes de correlación en el modelo de reacción pseudo segundo orden $k_2=1,0 \times 10^{-4} \text{g} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, para ellos los parámetros fisicoquímicos como tamaño de partícula, dosis y concentración de metal se tomaron en cuenta para la evaluación en la cinética.

MORI, M, MALDONADO, G, GUZMAN, L, EYRAS, C BERNARDELLI, C, VIERA, M y DONATI, E. (2013). Estudiaron la capacidad de adsorción de alga *Undaria pinnatifida* sp. Para ello evaluó preliminarmente el tiempo de contacto, pH y tratamiento del polímero, las cuales resultaron optimos con una concentración inicial de 50 mg/L, peso de la alga 0.4g y un pH de 3 – 5, en cuanto al estudio de la cinética se determinó que el sistema de adsorción tiene un comportamiento de pseudo segundo orden usando la ecuación de Langergren.

MARTINEZ, Alejandra. (2012). Llevo a cabo el estudio del colorante rojo congo del agua aplicando el alga *Chlorella* sp en sistemas en lote para ello evaluó la efectividad de la dosis de biomasa, tiempo de contacto sobre la remoción y el pH. Se comprobó que la alga *Chlorella* sp remueve en un 90.44% del colorante a un pH de 2, partiendo de

concentración de 50mg/L y aplicado 0.01g de biomasa, es así que se determina la cinética de biosorción opta un modelo de pseudo segundo orden con una constante de 0.0219g/mg.min lo cual está delimitada por dos etapas una rápida 0 a 10 minutos y lenta después de los 10 minutos.

MATUS, I, PANIAGUA, L y BENAVENTE, M. (2011). Evaluó la cinética de adsorción de Cu y Hg mediante el quitasano que fue extraído del caparazón del camarón, se aplicó diferentes concentraciones, tamaño de partículas y la velocidad de agitación, al finalizar los datos experimentales fueron evaluadas aplicando los modelos cinéticos de pseudo primer orden y pseudo segundo orden. Los resultados del proceso mostraron que ambos metales fueron eficaz adsorbentes con el quitasano, obteniendo una adsorción de 95-100% para Hg y 44-100% de Cu y se ajustaron al modelo pseudo primer orden aquellos que presentan concentraciones bajas, mientras que a concentraciones altas el modelos que mejor se ajusta en pseudo segundo orden.

UGONABO, V; MENKITI, M; ONUKWULI, O. (2012). Evaluó la cinética de coagulación y floculación mediante el caparazón del caracol para tratar el efluente farmacéutico, en cuanto a los ensayos trabajo empleando el aparato de prueba de jarras teniendo en cuenta la dosis, el tiempo y el pH. Se tomó una muestra de 250 ml al cual se añadió una dosis del coagulante natural entre $(0.1-0.6) \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$, siendo ajustada a un rango de pH de 1 – 13 mediante la adición de HCl/ NaOH 10 M, posterior se desarrolló una agitación rápida de 120 rpm por 2 minutos, 20 minutos de agitación lenta de 10 rpm y 30 minutos de sedimentación, es allí cuando procede a toma de muestras en varios intervalos de tiempo de 2, 4, 6, 10, 10 y 30 minutos. En cuanto a la obtención de datos de la cinética de coagulación se adaptó a la ecuación relevante del modelo para establecer los parámetros funcionales, pH, velocidad constante, orden de reacción, dosis. Los datos obtenidos fueron apropiados para la evaluación, concluyendo que la caparazón del caracol (recurso natural) es una buena alternativa para eliminar contaminantes de efluentes farmacéuticos con una eficiencia de 90.82 %.

MENKITI, Matthew; NWOYE, Chukwuka; ONYECHI, Chinenye; ONUKWULI, Okechukwu. (2011). En su investigación logra demostrar la cinética de coagulación – floculación del efluente de lavado de carbón mediante la semilla *Moringa oleifera*, se desarrolló la investigación según el método estándar de prueba de jarra estudiando la metodología de superficie de respuesta, en cuanto a los modelos cinéticos para la

evaluación de parámetros tiene relación entre los efectos de dosis, tiempo y pH para la remoción de turbidez. Se añadió 200 ml con una dosificación adecuada entre el rango de 100-500 mg/l, con un rango de pH de 2 a 10 usando NaOH sometiendo a una mezcla rápida de 250 rpm por 2 minutos, una mezcla lenta de 40 rpm por 20 minutos y 30 minutos de sedimentación es en este asentamiento donde las muestras fueron extraídas con una profundidad de 2 cm siendo ahí analizada la turbidez del agua. Llegando a determinar que los valores recomendables de pH, dosis y tiempo de asentamiento se registró a 8400 mg /l en 25 min. Es así que se llega a la conclusión que la eficiencia mínima se registró a los 3 minutos con un 95% de remoción.

MENKITI, Matthew; NNAJI, P; NWOYE, Chukwuka. (2009). Estudian la cinética de coagulación – floculación y la respuesta de los parámetros funcionales del coagulante a trabajar que es la concha de bigero, mediante la variación del pH, dosis, en efluentes de carbón rico en materia orgánica, en cuanto al análisis de turbidez empleo el método estándar nefelómetro (turbidímetro). Llegando a la conclusión que el rendimiento máximo de PSC se manifiesta en $\alpha=2$, $K= 1.6667 \times 10^3 \text{ kg.s}$, una dosis de 0.4 kg/m³, pH de 6 y tiempo de 8.0 s, mientras que el rendimiento mínimo $\alpha=2$, $K= 8.833 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg.s}$, una dosis de 0.5 kg/m³, pH de 10 y T_{1/2} de 218. Concluyendo que el valor mínimo de eficiencia de coagulación E (%) es > 95%.

VARGAS, Maricruz y ROMERO, Guillermo (2008). En este estudio trataron aguas industriales para la remoción de turbidez, con diferentes características una de ellas con alta concentración en aluminio y el otro con hierro, se dio mediante el proceso de coagulación y floculación, haciendo uso de productos comerciales como el cloruro de hierro, sulfato de aluminio, y el mozote de caballo (*Triumfetta semitriloba*) este último como floculante natural. Se concluyó que tanto como sulfato de aluminio y el caso de hierro presentaron buenos resultados que son factibles para su uso en el tratamiento de aguas, en caso de aluminio se utilizó una concentración mayor de sulfato de aluminio, mientras que para el hierro fue entre 0.5 ppm y 2.0 ppm. Así mismo se evaluó el producto natural (mozote de caballo) como floculante dando como resultado un 99% de remoción de turbidez y 100% de DQO.

DIAZ, José. (2014) En esta investigación el autor busca determinar la eficiencia de coagulantes y floculantes a partir de plantas naturales tales como caulote, moringa,

mucilago de la casulla de café y la yuca. El uso de estos coagulantes naturales es una gran opción debido a que son baratos, sencillo su elaboración y sobre todo útil para descontaminar aguas residuales, llega hacer una gran opción para aquellas zonas rurales. Tomo 2 días la elaboración de los coagulantes - floculantes y el desarrollo juntamente con la validación de los resultado duro 2 semanas. En conclusión determina que el caulote es el coagulante-floculante natural más eficiente, logrando clarificar un 100% y presentar parámetros normales de turbidez y oxido disuelto.

CASTELLANOS, Fredy. (2017) Toma como antecedente los problemas que se están produciendo en los últimos tiempos, por lo que se basó en la revisión de los coagulantes naturales utilizados para la remoción de turbidez, después de muchas revisiones bibliográficas encontró 7 coagulantes naturales las cuales están clasificados de siguiente manera: origen vegetal (*Opuntia Ficus-indica*, *Moringa oleífera*, *Ipomoea incarnata* y *Cassia fistula*), origen animal se encuentra el Quitasano y como almidón se encuentra el almidón de plátano y maíz. Se concluyó que los coagulantes naturales mencionados alcanzan un porcentaje de 99% de remoción de turbidez y color similar al de los coagulantes inorgánicos, cabe mencionar que con el coagulante Quitasano se obtuvo un 96% de remoción y no altera el pH, ni es necesario al adición de alguna sustancia alcalina.

REYES, Iván. (2014). Evaluó la adsorción de metales pesados (cobre, hierro y mercurio) empleando el alga *Chondracanthus chamissoi*. Lo desarrollo siguiendo un diseño factorial múltiple en soluciones diferentes de 100, 300 y 500 ppm en tiempos de agitación de 2, 4 y 6 horas y dosis de 10, 20 y 30g, de acuerdo a los análisis de varianza la variable con más significancia fue el tiempo de agitación correspondiendo a una cinética de primer orden.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Para el desarrollo del presente trabajo, nos basamos en la etapa de pelambre de la industria de curtiembre, este proceso representa un 76% de toda la contaminación, se forma elevadas concentraciones de DQO, DBO, solidos suspendidos, sulfuros.

1.3.1. Proceso de curtido de pieles

Es un proceso de transformación donde se utiliza la piel proveniente de animales para obtener cuero. A continuación se muestra el proceso de curtido.

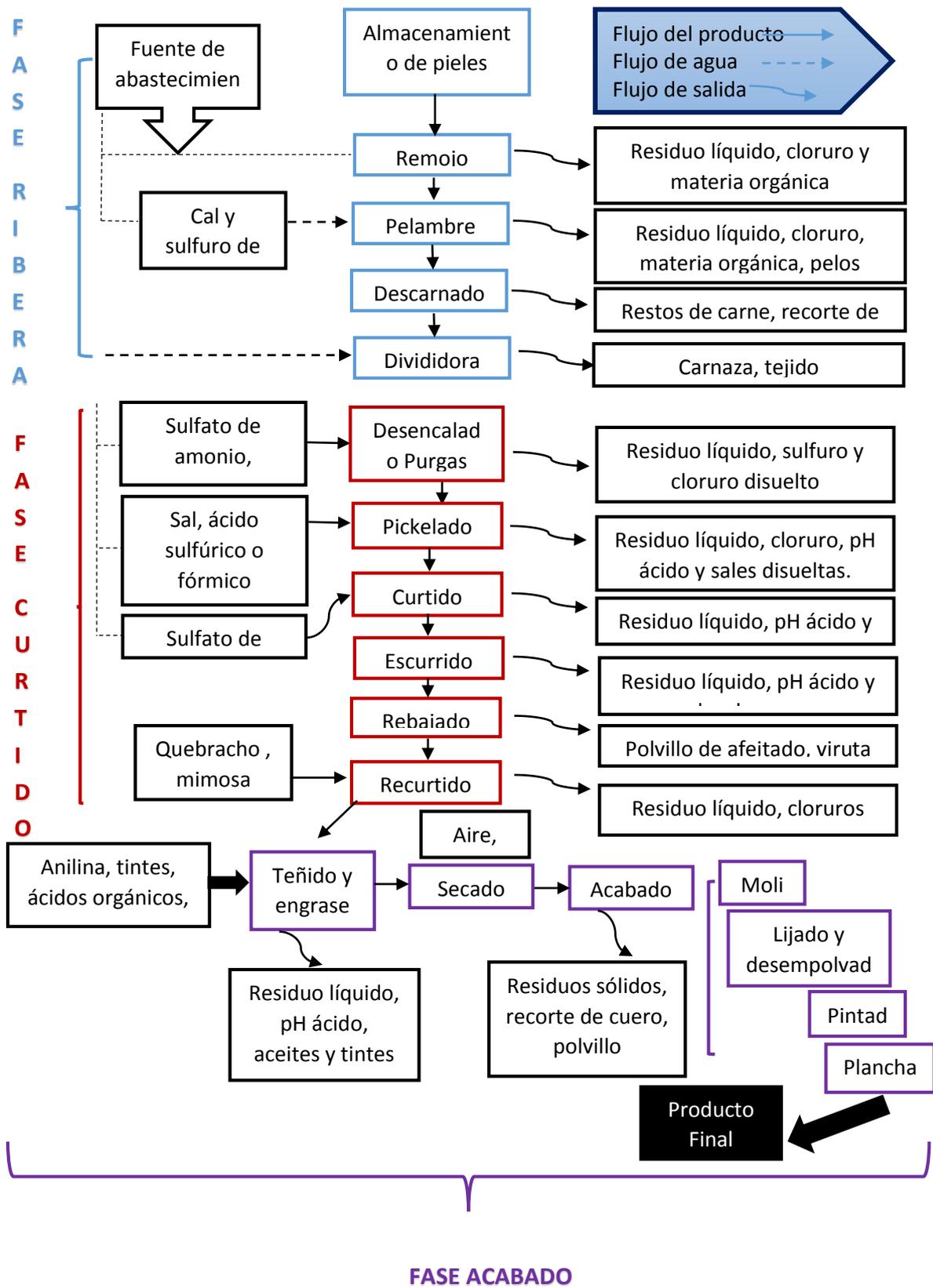


Figura 1: Flujograma del proceso de producción de curtido

Fuente: PINEDO, Rosy. Flujograma del proceso de producción (2012) p. 61

Como se puede observar en el diagrama el proceso de curtido tiene tres etapas que se conocen como ribera, curtido y acabado. En el proceso de ribera, donde nos enfocamos para desarrollar el proyecto, se da la preparación de las pieles, es decir la eliminación del pelo, en esta fase se da el mayor consumo de agua y el efluente presenta un elevado pH, sulfuros, materia orgánica, elevado DBO, alto contenido de cal y grasas, de una vez limpio pelo, se procede a desarrollar el proceso de pelambre donde se utiliza sulfuro de sodio y cal para retirar la epidermis de la piel; para pasar a la etapa siguiente de curtido, es en esta etapa donde la piel es transformada a un material más resistente, posterior el acabado.

Tomando en cuenta cada uno de los procesos se detallaran algunos de los contaminantes a continuación

1.3.1.1. Sulfuro de hidrogeno

El sulfuro de hidrógeno es uno de los contaminantes generados en la etapa de pelambre, es un gas incoloro con un olor desagradable característico a huevos podridos, que se produce por la descomposición de materia orgánica y desechos humanos, puede acumularse en áreas cerrada y suelen ser más pesadas que el aire. (OMS, 2017).

1.3.1.2. Materia orgánica:

(GARCIA, M. 2007). Materia orgánica hace referencia a los compuestos orgánicos que son generados a partir de restos de animales, desechos y vegetales descompuestos por microorganismos.

1.3.1.3. Toxicidad del sulfuro de hidrogeno

Según (OMS, 2017). La toxicidad para las personas de sulfuro de hidrógeno inhalado es alta, los efectos se puede observar como irritación ocular por inhalación del gas entre 15-30 mg/m³, en muchos casos los efectos va depender de cuánto tiempo se encuentra expuesto. A concentraciones bajas se puede presentar irritación de ojos, garganta, nariz o al sistema nervioso estos síntomas pueden tardar en presenciarse, en cuanto a la exposición a concentraciones moderadas presenta efectos más severos respiratorios, nausea y ojos y la exposición a concentraciones altas se genera incapacidad para respirar incluso la muerte en estos casos los efectos pueden ser más rápido.

1.3.2. Cinética con Coagulantes Naturales:

En este presente trabajo se desarrolló adsorbentes a partir de coagulantes naturales para reducir la turbidez en aguas residuales de curtiembre. En cuanto al diseño de estudios cinéticos suele ser representado por un proceso en curso, estos parámetros se calcularon monitoreando el tiempo de contacto, concentración de la solución y cantidad de adsorbente (MALIK. R, LATA. S, SINGHAL. S. 2015. p. 412)

1.3.3. Cinética química:

En cuanto a la cinética menciona que son procesos químicos que influyen en la velocidad de una reacción química de adsorción, es decir, un proceso donde los iones y átomos de sólidos, líquidos y gases son retenidos en una superficie. (MALIK. R, LATA. S y SINGHAL. S. 2015. p. 412). En cuanto a los coagulantes naturales se llevó a cabo en un proceso con diferentes concentraciones, la cantidad de adsorbente, temperatura y tiempo de agitación.

Así mismo (NICHELA, D. 2012) menciona que es el estudio de la velocidad de las reacciones químicas, que se introduce en las reacciones químicas la variable tiempo, como también las leyes de velocidad. La cinética de las reacciones químicas es la parte que se encarga de estudiar la rapidez de las reacciones.

1.3.3.1. Velocidad de reacción

Por otro lado la cinética química abarca dos aspectos como: predecir la velocidad en condiciones de temperatura, concentración, presión y comprender el mecanismo por el que se da una reacción. La velocidad (v) indica la variación de una propiedad con el tiempo.



$$v = \Delta X / \Delta t \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

X: es la concentración, presión y conductividad (Pa, bar, mg/L)

T: tiempo

(NICHELA, D. 2012). Nos menciona cuales son los factores que influyen en la velocidad de reacción, las cuales son:

- **Naturaleza de los reactivos**

Hace referencia la ruptura la formación de enlaces de los reactivos, así como también determina el tipo de enlace que deben romperse.

- **Concentración de reactivos**

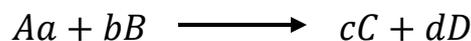
La concentración depende del orden de la reacción y determina la velocidad de la reacción.

- **Estado físico de los reactivos**

Nos indica que es más rápido cuando los reactivos son gaseosos.

1.3.3.2. Ley de velocidad y órdenes de reacción

La velocidad de reacción depende de la concentración del reactivo y es determinada de forma experimental, el cual existe una ecuación matemática que se relaciona entre la velocidad y la concentración de reactivos, la cual es:



$$v = k(A)^m(B)^n \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

m y n = Son ordenes de reacción parciales

k = Es la constante de velocidad

1.3.4. Modelos Cinéticos

1.3.4.1. Reacción de primer orden

TOBALINA, C (2009). Menciona que una reacción de primer orden es cuando la velocidad de reacción actúa directamente proporcional a la concentración A. Siendo representado de la siguiente manera:

$$v = -\frac{d(A)}{dt} = K(A)^2 \quad n=1 \dots\dots\dots (1)$$

$$v = -\frac{d(A)}{dt} = K(A) \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{d(A)}{(A)} = -Kdt \dots\dots\dots (3)$$

Integrando $\rightarrow \ln \frac{(A)_0}{(A)} = Kt \dots\dots\dots (4)$

Obteniendo $\rightarrow \ln(A)_t = -kt + \ln(A)_0 \dots\dots\dots (5)$

$$y = mx + b$$

↓
↓
↓
↓

$(A)_t$ = Concentración de la especie al tiempo = t

$(A)_0$ = Concentración de la especie al tiempo = 0

k = Constancia de primer orden

t = Tiempo transcurrido

Cabe resaltar que la solución de la ecuación integrada representada $\ln(A)$ en relación al tiempo, se obtendrá una recta pendiente (-K), mientras que si los datos no se ajustan a una línea recta no es una reacción de primer orden.

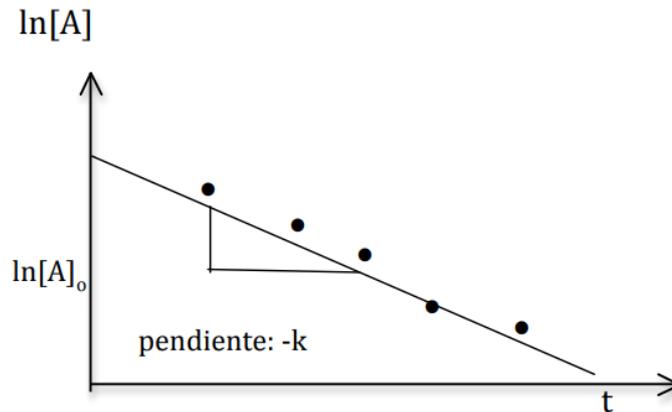


Figura 2: Gráfica de la reacción de primer orden

Fuente: TOBALINA, C (2009).

1.3.4.2. Reacción de segundo orden

TOBALINA, C (2009). Nos menciona que existen dos tipos de reacciones de segundo orden las cuales son:

La primera viene hacer cuando la velocidad de reacción es proporcional al cuadro de una sola concentración, representado de la siguiente manera:

$$v = k. (A)^2 \dots\dots\dots (1)$$

Mientras la segunda es cuando la velocidad de reacción es proporcional al producto de dos concentraciones diferentes, como:

$$v = k. (A). (B) \dots\dots\dots (2)$$

Por ejemplo digamos que se tiene una reacción de segundo orden



Si expresamos la velocidad esta reacción podemos tomar:

$$\bar{R} = - \Delta(A) / \Delta t \dots\dots\dots (3)$$

Esto es igual a:

$$R = - \frac{d(A)}{dt} \dots\dots\dots (4)$$

Así mismo, no es la única forma de expresar la velocidad de esta reacción, también se puede representar de la siguiente manera:

$$R = k. (A)^2 \dots\dots\dots (5)$$

Seguidamente aplicando un poco de cálculo igualamos las dos expresiones

$$- \frac{d(A)}{dt} = k. (A)^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$- \frac{d(A)}{(A)^2} = k. dt \longrightarrow - \int (A)^2 d(A) = k \int dt \dots\dots\dots (7)$$

Integrando se obtiene la ley de velocidad integrada:

$$\frac{1}{(A)_t} - \frac{1}{(A)_0} = k. t \longrightarrow \frac{1}{(A)_t} = k. t + \frac{1}{(A)_0} \dots\dots\dots (8)$$

$y = mx + b$

Se observa una ecuación de una línea recta donde:

$\frac{1}{(A)_t}$ es igual a y

$$t = x; k = m$$

$$\frac{1}{(A)_0}$$
 es igual a b

Entonces si se tiene una reacción de segundo orden la gráfica tiene que ser una línea recta

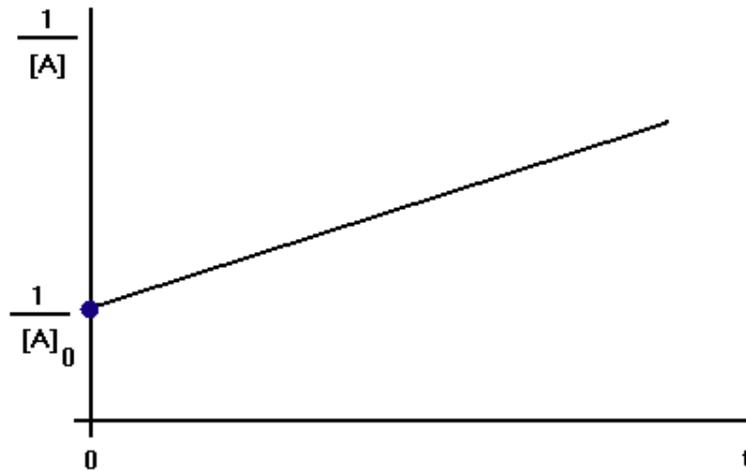


Figura 3: Gráfica de la reacción de segundo orden

Fuente: TOBALINA, C (2009).

1.3.5. Coagulación

Ebeling J, Rishel K, Sibrell P (2005). Nos comenta que la coagulación nace en el año 1844, con el fin de mejorar el aspecto del agua, incluye la neutralización de las cargas eléctricas de las partículas suspendidas, esta, causa repelamiento entre ellas. Puesto que se descubrió una correlación directa entre las partículas patógenas y sedimentables.

Así mismo, ANDIA (2000) menciona que la fase de coagulación está definida por cuatro partes las cuales son:

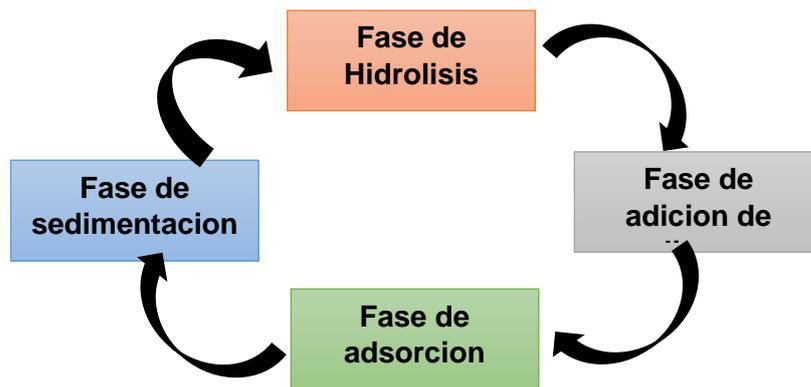


Figura 4: Fases de la coagulación

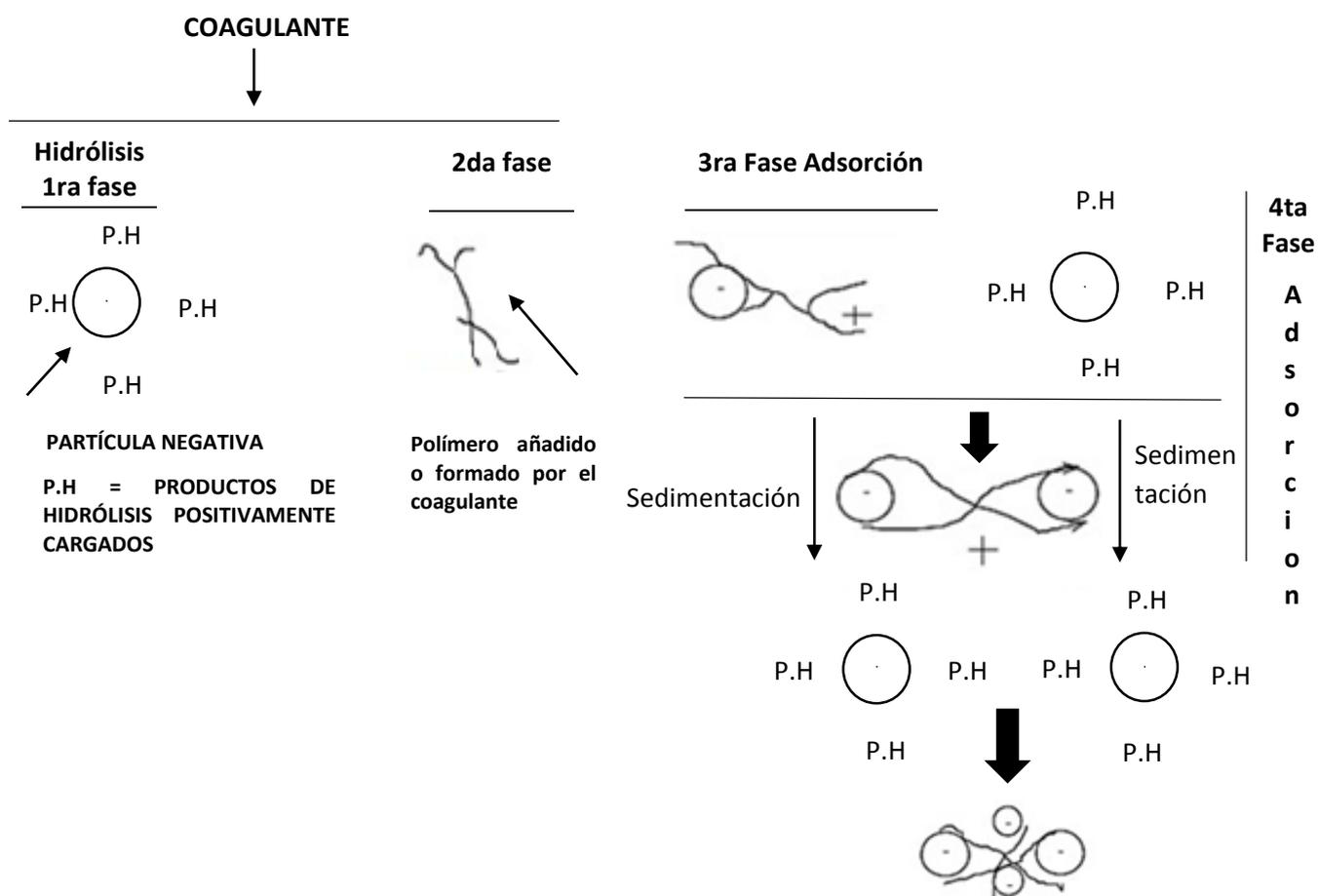


Figura 5: Fases del proceso de coagulación

Fuente: (ANDÍA, 2000)

1.3.5.1. Mecanismos de Coagulación predominantes

- **Adsorción y neutralización**

Viene hacer la reducción del potencial zeta, es decir la adsorción de la especies hidrolíticas por el coloide, un claro ejemplo esta cuando se adiciona sales de

aluminio o hierro al guas se forma especies solubles hidrolizadas, estas especies crean complejos con colides y lo desequilibran lo que permitirá la formación de flósculos. Según, BARRENECHEA, Ada. OPS/CEPIS (2007)

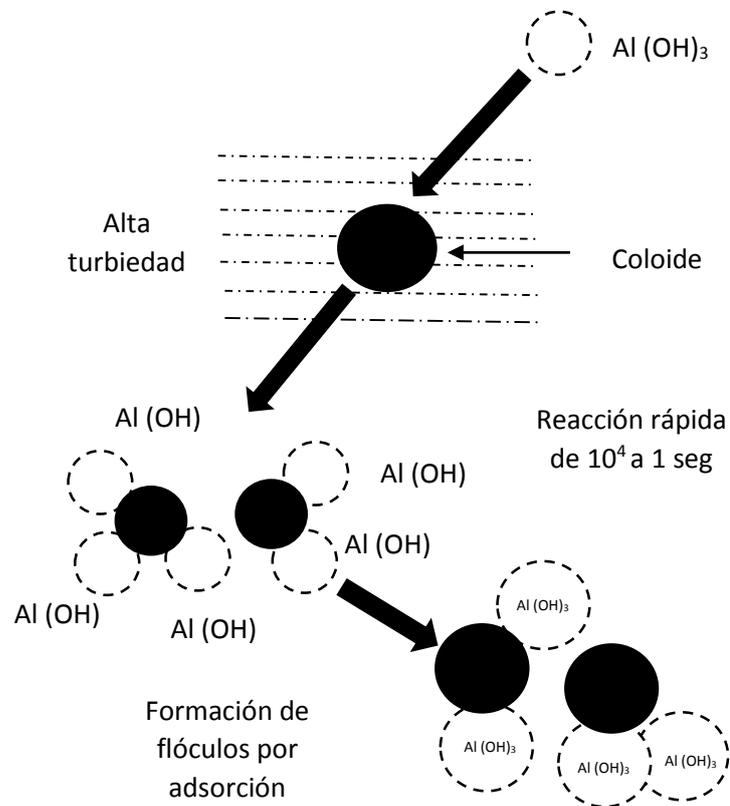


Figura 6: Coagulación por adsorción y neutralización

Fuente: BARRENECHEA, Ada. OPS/CEPIS.
Tratamiento de Agua para Consumo Humano, 35 p.

- **Comprensión de la doble capa:**

Así mismo BARRENECHEA, Ada. OPS/CEPIS (2007) sostiene que este modelo explica la desestabilización de un colide por un coagulante, cuando un electrolito es introducido en un sistema coloidal ocasiona un incremento de densidad de cargas en la capa y disminución de la esfera, es cuando se produce la coagulación por compresión.

- **Captura por barrido**

Es cuando se origina una precipitación de hidróxidos gelatinosos que explica la remoción de turbidez, cuando la dosis de un coagulante de sales metálicas en solución como sulfato de aluminio excede el producto de solubilidad arrastra las

partículas coloidales es cuando se denomina coagulación de barrido. A continuación se muestra la coagulación de las partículas coloidales en el tratamiento de agua especialmente es controlada por la química del hidróxido de aluminio, usualmente este tipo de coagulación se presenta cuando el agua es clara y la participación de las partículas coloidales son pequeñas.

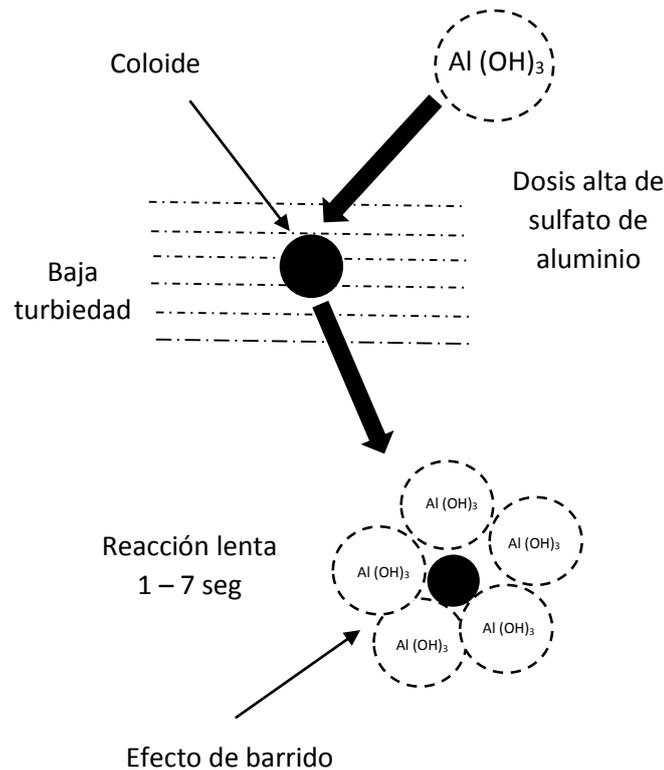


Figura 7: Coagulación de barrido

Fuente: BARRENECHEA, Ada. OPS/CEPIS. Tratamiento de Agua para Consumo Humano, 36 p.

- **Adsorción y formación del puente**

Puede realizarse la coagulación haciendo uso de compuestos orgánicos, sintéticos y naturales, las cuales presentan sitios ionizables a lo largo de la cadena y de la coagulación.

1.3.5.2. Elementos que influyen en la coagulación

- **Influencia de pH**

El pH es un importante parámetro para el análisis de agua, a su vez es considerado importante en el proceso de coagulación debido a que, cada muestra de agua presentara un rango de pH diferente beneficioso como a la vez no. ANDIA (2000)

Por lo general, un rango óptimo de pH cuando este en contacto con las sales de aluminio puede variar desde 6.5 a 8.5.

- **Influencia de temperatura**

La temperatura en el proceso de coagulación cumple una función importante ya que, si la temperatura del agua sea 1°C tendrá un efecto en el tratamiento debido a que variara la densidad alterando la energía cinética, sin embargo si estas se encuentran a una temperaturas elevadas desfavorecen el proceso. ANDIA (2000)

- **Influencia de las partículas coloidales**

Estas partículas coloidales son denominados sólidos en suspensión con un tamaño de 10 – 9 mm, con una lenta sedimentación y una eficaz turbidez. Según LAVENDA (2005), La dimensión de las partículas interviene en el proceso, mientras este se encuentre a menor tamaño mejor será el desarrollo.

- **Influencia de dosis del coagulante**

La dosis del coagulante influye directamente en la eficiencia del proceso ya que si se aplica una dosis baja no se realizara una neutralización buena de las partículas obteniendo una baja remoción de turbidez, por otro lado, si se emplea una alta dosis se genera una inversión de las partículas logrando la formación de numerosos floculos muy pequeños y de esta manera provocando que sea baja la remoción de turbidez.

- **Turbidez**

Es un método que actúa de manera indirecta midiendo la concentración de partículas suspendidas en el agua, es decir, cuanto mayor sea la concentración de solidos suspendidos en el agua, esta presentara mayor grado de turbidez. Como se sabe la turbiedad tiene una cantidad de coagulante, cuando mayor sea la concentración menos tiene que ser la cantidad de coagulante. (Andia, 2000)

1.3.6. Floculación

Es un proceso que consiste en la agitación de masa, lenta que nos permitirá la aglomeración del agente coagulante y las partículas coloidales, formando el incremento de los floculos y la precipitación sea más rápido.

1.3.6.1. Elementos que influyen en la floculación

- **Tiempo de retención**

Este elemento hace referencia a la velocidad en que se forman los floculos. Según BARRENECHEA (2007) el tiempo de retención va a depender es decir puede varear de 10 a 30 minutos dependiendo la temperatura y la unidad de proceso.

- **Sedimentación**

Viene hacer una unidad que nos permite la separación de lodos generados en el floculador, con el objetivo de disminuir la concentración de sólidos en el agua.

1.3.6.2. Test de jarras

Es una herramienta para desarrollar criterios de diseño de optimización de operaciones evaluación y control del proceso de coagulación. Se lleva a cabo para determinar el tipo de coagulante, dosis de coagulantes, pH optimo, velocidad y tiempo de agitación. (Marin, 2012)

1.3.7. Coagulantes

CAMPOS y DI BERNANDO (1991) Los coagulantes, ayudantes de coagulación no son exactamente agentes con acción de coagulación, en muchos casos es causado por las moléculas, lo cual generara mayor densidad en los coágulos, permitiendo así la formación de floculos más grandes, densos y con mayor peso.

El coagulante inorgánico más utilizado para el tratamiento de aguas es el sulfato de aluminio, factible para desarrollar el proceso de coagulación, viene hacer más utilizado por lo mismo que es muy fácil de manejar al momento de mezclar y almacenar. METCALF (1991).

1.3.8. Coagulantes Naturales:

En cuanto a los coagulantes Naturales, son sustancias solubles en agua procedentes de origen vegetal y animal, que tiene una reacción similar a los coagulantes sintéticos, este coagulante natural acumulara las partículas en suspensión facilitando su sedimentación.

Lo que tenemos que saber, es cuál es el proceso donde se aplica esta sustancia. ALCAZAR, M. (2010). Menciona que el proceso donde se utiliza sustancias químicas llamado coagulación y floculación, considerado tratamiento preliminar, en el cual consistirá en remover mediante procesos químicos y físicos parte de los contaminantes.

Por lo tanto coagulación y floculación son procesos; donde coagulación consiste en adicionar al efluente residual compuestos químicos con el objetivo de desestabilizar las partículas coloidales, mientras que floculación consiste en la agitación de la masa lo cual nos permitirá la aglomeración de los floculos, pero con mayor tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. ANDIA (2000).

Así mismo sostiene que este proceso es considerado un método eficaz porque elimina gran cantidad de sustancias en comparación con otros métodos.

En muchos casos para estos tratamientos es necesario aplicar coagulantes químicos lo cual requiere recursos económicos y a su vez estos traen consecuencias negativas asociado a la salud, por ello se ve en la necesidad de la búsqueda de nuevas alternativas, donde incluyan el uso de coagulantes de origen natural. En esta ocasión se detallara a continuación los coagulantes naturales, que serán utilizados para remover el sulfuro de hidrogeno presente en aguas residuales de curtiembre.

1.3.8.1. Coagulantes utilizados

- **Yuyo:** Es una alga que pertenece a la familia “*Gigartináceas*” que habita en las costas frías del Perú.

Tabla 1: Taxonomía del yuyo

NOMBRE CIENTIFICO	“ <i>Chondracanthus chamissoi</i> ”
NOMBRE COMÚN	“Cochayuyo, Mococho y Chicoria de mar”
REINO	“ <i>Plantae</i> ”
ORDEN	“ <i>Gigartinales</i> ”
FAMILIA	“ <i>Gigartinaceae</i> ”
GENERO	“ <i>Chondracanthus</i> ”

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: *Chondracanthus chamissoi*

- **Obtención del alginato de sodio a partir de *Chondracanthus chamissoi***

Los alginatos son polisacáridos denominados polímeros con altas concentraciones de alginato, estos en su mayoría son obtenidos de algas marinas, los más importantes polisacáridos extraídos de algas son el alginato de sodio, alginato de calcio y el ácido alginico. AVEDAÑO, R; LOPEZ, M; PALOU, E. (2013)

Para la obtención del alginato de sodio se tuvo que recolectar algas procedentes del mar, así mismo se debe realizar lo siguiente:

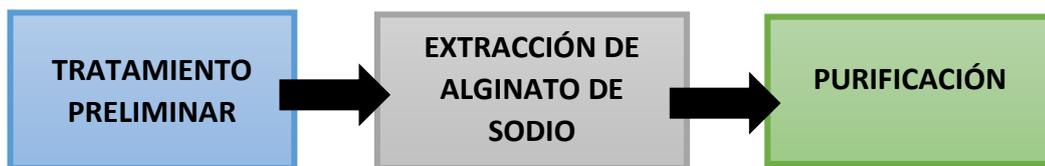


Figura 9: Pasos para elaborar el alginato de sodio

PASO 1: Tratamiento preliminar

Consiste en el secado, en cuento a este paso se procedió a secar en la estufa a 50°C, una vez seco se molió a un tamaño menor a 2.5 mm aproximadamente y por último el tamizado.

PASO 2: Extracción de alginato de sodio

En esta etapa se efectuó lixiviación utilizando ácido clorhídrico para obtener un intercambio catiónico, llevándose a cabo en 2 horas con una solución de HCL, para así modificar los alginatos de matriz sólida en ácido algínico. Posterior a ello se lava y filtra las algas para eliminar restos de ácidos, estos líquidos generados contienen potasio lo cual pueden ser aun aprovechados.

El sólido generado se somete a una maceración. Seguidamente el ácido alginico es sujeto a un tratamiento alcalino que mediante métodos físicos como centrifugación o filtración se obtenga el alginato de sodio crudo.

PASO 3: PURIFICACIÓN

Considerando SERIE, J. (2008) En este proceso se busca la obtención del alginato de calcio, ácido alginato y alginato de sodio, para ello se realiza la precipitación del alginato utilizando cloruro de calcio. Posterior es llevado a ácido alginico y para ello

se tuvo que lavar con HCl. Finalmente se obtiene el alginato de sodio producto de la solución acuosa de ácido alginico por alcalinización en soda caustica.

- **Muy muy:** Es un crustáceo que pertenece a la familia “Hippidae” nativa de la costa del pacifico de México, Perú, Ecuador y Chile, se encuentran en las playas.

Tabla 2: Taxonomía del muy muy

NOMBRE CIENTIFICO	“ <i>Emerita analoga</i> ”
NOMBRE COMÚN	“muy muy”
REINO	“ <i>Animalia</i> ”
ORDEN	“ <i>Decapoda</i> ”
FAMILIA	“ <i>Hippidae</i> ”
GENERO	“ <i>Emerita</i> ”

Fuente: Elaboración propia. 2018



Figura 10: *Emerita analoga*

- **Obtención del Quitosano a partir del *Emerita análoga***

BARROS, I; GUZMAN, L; TARON, A (2015). Sostiene que el quitosano es un polisacárido natural y que puede ser obtenido a partir del caparazón de artrópodos.

Para la obtención del quitosano se tuvo que recolectar el muy muy – crustáceo (*Emerita analoga*) procedentes del mar, así mismo se debe realizar lo siguiente:

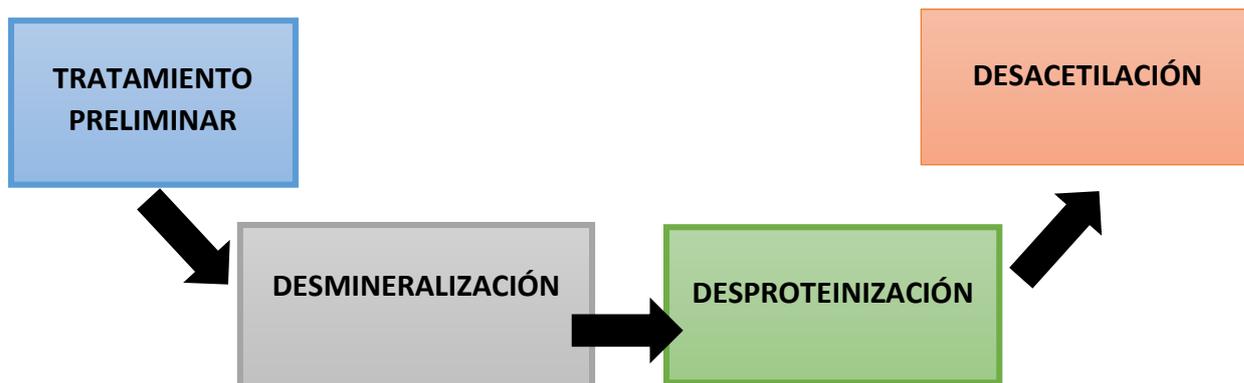


Figura 11: Pasos para la elaboración del quitosano.

Fuente: Elaboración propia

PASO 1: Tratamiento preliminar

Consiste en el lavado para eliminar restos orgánicos, posterior se realizó el secado en la estufa a 70°C, una vez lista se procedió a la molienda y terminar con el tamizado.

PASO 2: Desmineralización

En este proceso se pesa parte de la muestra y se le adiciona HCL y se deja reposar en un tiempo determinado.

PASO 3: Desproteínización

Se realizó la desproteínización con ayuda de la solución NaOH con una determinada temperatura y agitación por 24h.

PASO 4: Desacetilación

Finalmente en este proceso es cuanto se logra obtener el quitosano, para ello se trabaja con una cantidad de quitina y se adiciona NaOH bajo ciertas condiciones de temperatura.

1.3.9. Remoción

La remoción hace referencia a la acción de eliminar parte de la concentración del contaminante, la estimación de remoción se manifestara mediante la calidad de agua producto de un tratamiento a otro. Barreto (2016).

Cabe mencionar que la calidad de agua se definirá mediante el análisis de los siguientes parámetros teniendo en cuenta los VMA (valores máximos permisibles) estos son: Turbidez, pH.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi* – Lima 2018?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida influye el coagulante natural *Emerita analoga* para remover de turbidez en aguas residuales de curtiembre?
- ¿En qué medida influye el coagulante natural *Chondracanthus chamissoi* para remover de turbidez en aguas residuales de curtiembre?

1.5. Justificación del estudio

El principal motivo que me llevó a realizar el presente estudio, fue la necesidad de encontrar alternativas de solución para un manejo adecuado de los efluentes de la industria curtiembre, dado que muchas de estas industrias vierten sus aguas residuales al río, las cuales contienen altos grados de contaminantes como sulfuros, DBO, DQO, solidos que son directamente vertidos al alcantarillado sin un tratamiento previo, generando contaminación tanto de cuerpos de aguas naturales, suelo, flora y fauna; los cuales están expuestos a la recepción de dichas aguas.

El presente trabajo se realizó a vista de la problemática y en la necesidad de encontrar alternativas de tratamiento para las aguas residuales generadas en la industria de curtiembre, ya que de tal forma se puede contrarrestar los altos grados de contaminación en los cuerpos de aguas naturales generados por dicha industria, mediante la proposición de coagulantes naturales.

Así mismo cuyo resultado de esta investigación podrán dar un aporte de conocimientos básicos, puesto que el sistema planteado tiene como objetivo mejorar la calidad de las aguas residuales y finalmente puedan ser reusadas. Ya que hoy en día se ha incrementado un abanico de opciones tecnológicas para el tratamiento de las aguas residuales, las cuales pueden prevenir, mitigar o corregir dichas consecuencias.

De tal manera, conducir a las industrias de curtiembre a mantener una visión de desarrollo sostenible y ecoeficiente, y encaminarlas a construir una mejor imagen ante la sociedad, cumpliendo con las normativas y leyes ambientales vigentes.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Los coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi* tiene una capacidad significativa en la cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre

1.6.2. Hipótesis específicas

- El coagulante natural *Emerita analoga* influye directamente en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre.
- El coagulante natural *Chondracanthus chamissoi* influye directamente en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Evaluar la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi*

1.7.2. Objetivo específicos

- Determinar la influencia del coagulante natural “*Emerita analoga*” en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre
- Determinar la influencia de las características físicas del coagulante natural “*Chondracanthus chamissoi*” en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de metodología

El diseño de la investigación es EXPERIMENTAL ya que la variable independiente se manipulara intencionalmente para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente. SANPIERE (1996, p. 160).

2.1.2. Tipo de investigación

El presente trabajo tiene nivel de investigación APLICADA, puesto que nos basamos en las teorías e investigaciones preexistentes para definir, comprender y desarrollar las características del sistema planteado.

2.1.3. Enfoque de la investigación

El enfoque del estudio en esta investigación es CUANTITATIVO, porque constituye un conjunto de procesos secuencial y demostrativo. (FERNANDEZ, 2010, p. 4).

Cabe mencionar que el enfoque cuantitativo se basa sobre muestras representativas de una población determinada, que se utiliza como herramienta la estadística para el análisis de datos.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables

Variable Independiente: “Coagulantes naturales “*Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi*”

Variable Dependiente: “Cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre”

2.2.2. Operacionalización de las variables

Cuadro 1: Matriz de operacionalización de las variables

Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus chamissoi</i> " Lima - 2018					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus chamissoi</i> "	ALCAZAR, M. (2010). Menciona que son sustancias solubles en agua, que aún no ha sido explotada suficiente, así mismo son procedentes de origen vegetal como plantas, algas y animales de especies crustáceos debido a reacciones bioquímicas y tiene una reacción similar a los coagulantes sintéticos, este coagulante natural acumulara las partículas en suspensión facilitando su sedimentación. (MALIK. R, LATA. S, SINGHAL. S. 2015) Mencionan que el diseño de	La muestra de agua residual de la etapa de pelambre será inicialmente pre tratada mediante una primera operación unitaria de coagulación para eliminar partículas coloidales y restos residuales del efluente de la etapa de pelambre, para ello se utilizara coagulantes naturales los cuales serán elaborados a partir del yuyo que viene a ser un alga y el muy muy un crustáceo. Dicho experimento se desarrollara en el laboratorio mediante la Test de jarras. La cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de la etapa de pelambre se	Coagulante natural <i>Emerita analoga</i>	Dosis de coagulante	mg/l
				pH	Unidad de pH
				Tiempo	minutos
				Agitación	rpm
			Coagulante natural <i>Chondracanthus chamissoi</i>	Dosis de coagulante	mg/l
				pH	Unidad de pH
				Tiempo	minutos
				Agitación	rpm
			Modelo cinético	1er orden	1/s
				2do orden	1/m.s

<p>Cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>	<p>modelos cinéticos es una alternativa que contribuye a determinar la remoción de un contaminante, que es representado por un proceso en curso y dependerá del tiempo de contacto, concentración de la solución y cantidad de adsorbente.</p>	<p>calcula a partir de los modelos cinéticos y el porcentaje de remoción de las concentraciones iniciales del efluente en relación a las operaciones aplicadas para obtener una concentración final.</p>	<p>Remoción</p>	<p>Porcentaje de remoción</p>	<p>%</p>
---	--	--	-----------------	-------------------------------	----------

Fuente: Elaboración propia. 2018

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población que se tomara en esta investigación, está conformada por las aguas del efluente de la etapa de pelambre de una industria curtiembre, teniendo como descarga 20 toneladas por m³.

2.3.2. Muestra

La muestra se define como un subgrupo representativo de la población, dicha muestra proporcionara los datos precisos requeridos para la investigación. (HERNANDEZ, 2010 p. 32)

La muestra a tomar será de 20 L de agua contaminada, de la etapa de pelambre en la industria de curtiembre, localidad de San Juan de Lurigancho.

2.3.3. Muestreo

El método muestreo es NO PROBABILÍSTICA, puesto que las muestras serán tomadas a criterio del investigador.

2.4. Técnicas, Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Esta investigación será observacional, porque se registrara los datos obtenidos mediante una ficha de recolección de datos, cabe resaltar que para el recojo de muestras se basara en el protocolo de muestreo, las cuales serán etiquetadas dependiendo sus características.

SAMPIERE, et al (2010). Sostiene que la observación consiste en el registro sistemático, valido y confiable de los procedimientos que manifiesta el estudio.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se realizara mediante el instrumento de recolección de datos el cual será la ficha de observación, la cual se muestra en el anexo 2. Utilizando para la recolección de datos instrumentos de medición.

Para el desarrollo experimental se utilizó el test de jarras para obtener el pH adecuado, velocidad y dosis para remover la turbidez en el efluente de la etapa de pelambre, este último siendo medido en el turbidímetro.

2.4.3. Validez y confiabilidad

En cuanto a la validez se realizara mediante la técnica de validación denominada a juicio de experto, es decir mediante la validación de 5 expertos especialistas con conocimientos en cuanto a la línea d investigación.

Tabla 3: Validación de las fichas de observación

JUEZ EVALUADOR	GRADO ACADÉMICO	APLICABLE	PORCENTAJE DE APROBACION
Dr. Espinoza Farfán Eduardo R.	Ing. Ambiental y de Recursos Naturales	X	94 %
Ing. Honores Balcázar César F.	Ing. De RR.NN y Energía Renovable	X	95 %
Ing. Valdiviezo Gonzales Lorgio	Ing. Metalúrgico	X	95 %
Mg. Carlos Alfredo Ugarte Alvan	Ing. Químico	X	95 %
Ing. Herrera Díaz Marco	Ing. Geógrafo	X	95 %
VALIDACIÓN PROMEDIO			94.8 %

Fuente: Elaboración propia, 2018

Teniendo como resultado de la siguiente tabla, que los especialistas dieron por valido el instrumento, obteniendo un porcentaje de 94.8% de aprobación

2.4.4. Metodología del experimento

- **Ubicación de experimento**

Una vez adquirido tomadas las muestras se desarrollara en el laboratorio de la UCV Lima Este.

- **Duración del experimento**

La duración del experimento será 2 meses, dándose inicio en Setiembre culminando e Noviembre.

- **Materiales y procedimiento**

Cuadro 2: Equipos e instrumentos utilizados en la investigación

BALANZA ANALÍTICA	ESTUFA
	
<p>Marca: Sartorius</p>	<p>Marca: Daihan Scientific</p>
TURBIDIMETRO	pH-METRO
	
<p>Marca: HANNA Modelo: LP 2000 – 11 Turbidity meter</p>	<p>Marca: HANNA Modelo: HI 8424 pH meter</p>
TEST DE JARRAS	PLANCHA ELECTRICA
	
<p>Floculador programable</p>	<p>Marca: DIAB Modelo: MS7-H550-Pro</p>

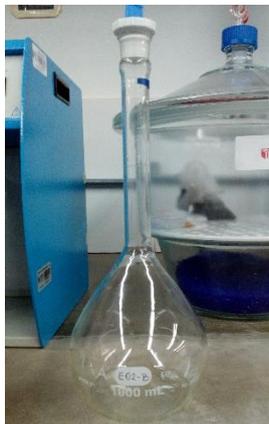
VASO PRECIPITADO



MORTERO



FIOLA



BAGUETA



**IMAGEN DE REFERENCIA

PIPETA



PROPIPETA



TAMIZ



Fuente: Elaboración propia. 2018

Descripción del experimento:

Fase 1: Determinación de los parámetros fisicoquímicos

Al inicio, se realizó un análisis del agua residual de la etapa de pelambre con el fin de establecer los niveles de contaminación entre los más básicos de cual se analizó fueron el pH, turbidez.

Fase 2: Obtención del alginato de sodio a partir de las algas “*Chondracanthus chamissoi*”

- Las algas fueron lavados con abundante agua y se retiró las impurezas.
- Seguidamente las algas fueron pesadas para determinar el acondicionamiento de las mismas y se colocaron sobre papel, una vez listo, las algas fueron secadas en la estufa a 50 ° C por 24 horas.
- Al finalizar el secado se procedió al pesado, para determinar el acondicionamiento de las algas.

Cuadro 3: Determinación del acondicionamiento de las algas

ALGA	Muestra Húmeda	Muestra Seca	Temperatura
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	5 kg	450. 61 gr	50 ° C

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Luego del secado las algas se trituraron en un mortero hasta lograr obtener partículas pequeñas, para ello se utilizó un tamiz de 2.5 mm aproximadamente de diámetro.

- Una vez culminado el tamizado se procedió a pesar en la balanza analítica para determinar el peso final seco.

Cuadro 4: *Peso final seco del alga*

<i>Chondracanthus chamisso</i>
429.61 gr

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Seguidamente se tomó una muestra de 50 gr del peso final seco y se lixivio con ácido clorhídrico (HCL) 0.1 N por 2 horas, siendo ello tomado como referencia de un antecedente donde se lixivio 0.99 gr en 153 ml.

Cuadro 5: *Determinación del volumen de HCL 0.1 N*

ALGA	PESO (gr)	VOLUMEN (ml)
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	50 gr	1000 ml

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Para la extracción alcalina del alginato de sodio se realizó lo siguiente: Primero se filtró la mezcla anterior y se lavó con agua destilada, luego se coloca la muestra lavada en un recipiente de 500 ml y se adhiere la solución de carbonato de sodio (Na₂CO₃) 1N, en este caso la mezcla se realiza a una temperatura de 80 ° C por 2 horas en una plancha eléctrica.
- Posterior a ello, se obtendrá una muestra gelatinosa que es diluida por lo menos 3 a veces con agua caliente a 50 ° C para facilitar su filtrado, una vez realizado el enjuague, se procedió al filtrado para retener los sólidos, culminado el procedimiento se dejó enfriar por 30 minutos aproximado en la refrigeradora.
- Una vez fría la muestra se precipito en 2 propanol al menos 30 minutos para luego ser filtrado nuevamente.
- Por último se dejó secar lo precipitado en la estufa por 2 días, para luego ser pulverizado con ayuda de un mortero hasta obtener partículas pequeñas, con un tamiz de 125 um.

Fase 3: Obtención del Quitosano a partir del *Emerita análoga*

- El muy muy fue lavado con abundante agua quitando restos orgánicos.
- Seguidamente el muy muy fue pesada para determinar el acondicionamiento de las mismas y se colocaron sobre papel, una vez listo, las algas fueron secadas en la estufa a 70 ° C por 24 horas.
- Al finalizar el secado se procedió a pesar, para determinar el acondicionamiento del muy muy.

Cuadro 6: Determinación del acondicionamiento del muy muy

Muy Muy	Muestra Húmeda	Muestra Seca	Temperatura
<i>Emerita análoga</i>	4 kg	250.5 gr	70 ° C

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Luego del secado el muy muy fue triturado en un mortero hasta lograr obtener partículas pequeñas, para ello se utilizó un tamiz de 2.5 mm aproximadamente de diámetro.
- Una vez culminado el tamizado se procedió a pesar en la balanza analítica para determinar el peso final seco.

Cuadro 7: Peso final seco del muy muy

<i>Emerita análoga</i>
96.32 gr

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Seguidamente se pesa una cantidad de muestra de muy muy en relación solido – liquido 1:10 con una solución de HCL 1M a una temperatura de 30°C por 3 horas. siendo ello tomado como referencia de un antecedente BARROS, I; GUZMAN, L; TARON A. 2015.

Cuadro 8: Determinación del volumen de HCL 1M

Muy Muy	PESO (gr)	VOLUMEN (ml)
<i>Emerita análoga</i>	50 gr	1000 ml

Fuente: Elaboración propia. 2018

- Luego se filtra sobre papel filtro y se lava hasta neutralizar con agua destilada.
- Posterior a ello la muestra se desproteiniza con una solución de NaOH 1M a una temperatura de 65°C por tres horas con agitación constante.
- La muestra obtenida se purifica lavando con agua destilada hasta obtener un pH neutro.
- A continuación se procede a desacetilizar vertiendo la muestra en una solución de NaOH al 50 % en relación 1:4 solido – líquido por dos horas a 60 °C.
- Por último se dejó secar la muestra en la estufa por 3 horas a 150 °C, para luego ser pulverizado con ayuda de un mortero hasta obtener partículas pequeñas, con un tamiz de 125 μm .

Fase 4: Prueba de jarras para el alga *Chondracanthus chamissoi* (alginato de sodio) y el crustáceo *Emerita análoga* (quitosano)

Antes de realizar el tratamiento de coagulación con los coagulantes naturales se ajustó el pH, dosis y tiempo.

Una vez determinado el pH óptimo, se analizó la concentración en donde se despliega mejor, la dosificación del coagulante y la velocidad de agitación de acuerdo a trabajos previos que se realizaron, para ello se siguió el siguiente procedimiento:

- Para la determinación de pH óptimo se realizó en la test de jarras, en cada envase se añadió 500 ml de muestra ajustada a pH de 4, 6, 9, 10, 11 y 12 con una solución de HCL 1N, la prueba se dio con una dosis de 0.5 g de alginato de sodio y quitosano, siendo así colocado en el equipo a velocidades de 100 rpm como agitación rápida por 5 minutos, 40 rpm de agitación lenta por 30 minutos y dejándose reposar por 30 minutos.



Figura 12: Prueba de jarras a pH diferentes

- Seguidamente para determinar la dosificación de los coagulantes naturales, se utilizó 6 dosis diferentes los cuales son: 0.1 g, 0.2 g, 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g y 1 g, se aplicó en 500 ml de muestra ajustado en el pH óptimo a velocidades de 100 rpm como agitación rápida por 5 minutos, 40 rpm de agitación lenta por 30 minutos y dejándose reposar por 30 minutos.



Figura 13: Prueba de jarras con dosis diferentes

- Finalmente se determinó el tiempo óptimo, para ello se tuvo en cuenta como base 1 hora, así mismo 45 minutos, 30 minutos y 20 minutos. Se aplicó para ambos coagulantes naturales, en 500 ml de muestra ajustando el pH y con la dosis óptima.



Figura 14: Prueba de jarras para determinar el tiempo óptimo

- Después de terminar cada proceso y una vez culminado el tiempo de reposo se procedió con el análisis de turbidez.

Una vez determinado los parámetros como pH, dosis del coagulante y tiempo, se procedió con las pruebas de jarras para la determinación de la cinética de turbidez, para ello se realizó 3 pruebas.

2.5. Aspectos éticos

Esta investigación está sujeta a los principios éticos, es decir se compromete a respetar la propiedad intelectual de cada uno de los autores, donde su aporte e información en relación a la presente investigación será correctamente citada bajo el régimen de cumplimiento del Manual ISO.

Así mismo en cuanto al análisis de los parámetros de calidad de agua serán ejecutados en laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual –INDECOPI, de la misma manera se respetará el protocolo de Monitoreo y la claridad de los resultados con datos reales y sin ser alterados ni inventados.

III. RESULTADOS

De acuerdo a los antecedentes los primero que se debe determinar son las características fisicoquímicas de la muestra del efluente de la etapa de pelambre, debido a que influyen en el proceso y así nos permitirá determinar si cumple con los estándares de calidad de ambiental (ECA).

Cuadro 9: Características fisicoquímicas de la muestra del agua residual de la etapa de pelambre

Parámetros	Unidad	Pelambre	ECA
pH	Unidad de pH	12.35	6.5 - 9
Turbidez	UNT	1455	5 - 100

Fuente: Elaboración propia, 2018; D.S N° 002 - MINAM

En el cuadro 9 se muestra las características fisicoquímicas del agua residual de la etapa de pelambre, el cual una vez comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA) sobrepasa los parámetros, entre ellos la turbiedad con 1455 UNT siendo este el parámetro en estudio.

Para ello, la determinación de la concentración inicial de la turbiedad fue mediante el uso de un turbidímetro nefelométrico, a esta muestra se realizó tres repeticiones.

3.1. Prueba de jarras

Metodo1: Determinación de pH óptimo con los coagulantes naturales.

De acuerdo con las pruebas de jarras con diferentes pH 4, 6, 9, 10, 11, 12 con una dosis de 0.5 g de *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga* se determina lo siguiente:

Cuadro 10: Determinación de pH con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga*

Método	pH	Dosis gr	Volumen	Turbidez	Unidad
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	4	0.5 gr	500ml	23.29	NTU
	6			725	
	9			429	
	10			586	
	11			592	
	12			331	
<i>Emerita analoga</i>	4	0.5 gr	500ml	25.04	NTU
	6			670	
	9			438	
	10			595	
	11			605	
	12			402	

Fuente: Elaboración propia, 2018

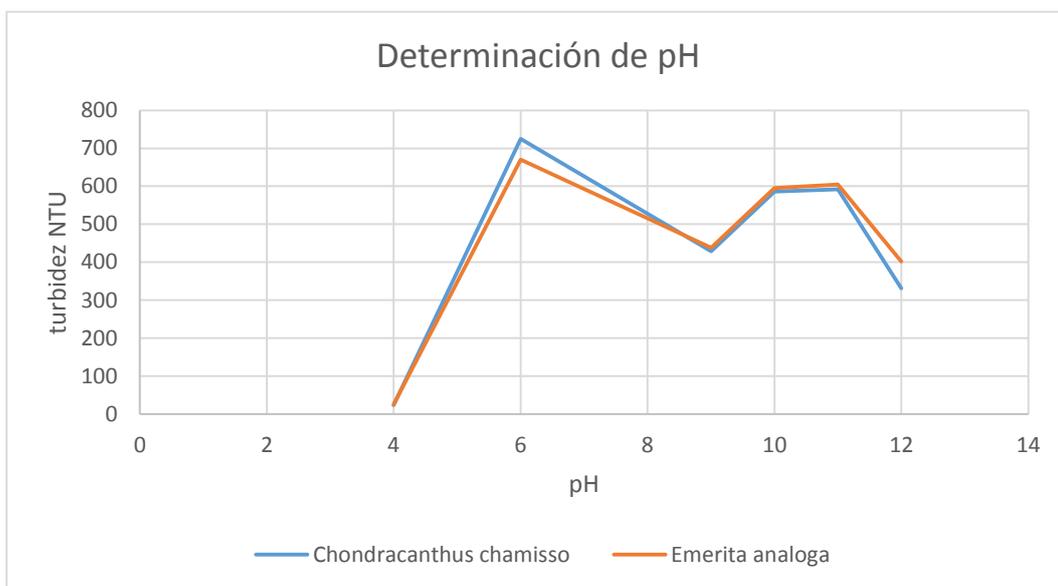


Figura 15: Determinación de pH con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga*

En la figura 15 se observa tratamientos a diferentes pH (4, 6, 9, 10, 11, 12) con una dosis de 0.5 gr en 500 ml en un tiempo de 1h, determinando que la mayor efectividad de remoción se presentó con el pH 4 (ácido) con ambos coagulantes naturales, disminuyendo hasta en un 23.29 UNT con *Chondracanthus chamissoi* y 25.04 UNT con la *Emerita analoga*; así mismo se observó que la menor remoción se presentó con el pH 6

disminuyendo solo en 725 UNT con *Chondracanthus chamissoi* y 670 UNT con la *Emerita análoga*.

Método 2: Determinación de la dosis óptima con los coagulantes naturales.

Mediante pruebas de jarras con dosis diferentes entre (0.1gr, 0.2gr, 0.4gr; 0.6gr, 0.8gr, 1gr) de *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga* con un pH óptimo de 4 se determina lo siguiente:

Cuadro 11: Determinación de dosis con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita análoga* a un pH 4

Método	Dosis gr	pH	Volumen	Turbidez	Unidad
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	0.1gr	4	500ml	9.05	NTU
	0.2gr			7.92	
	0.4gr			0.44	
	0.6gr			1.52	
	0.8gr			4.28	
	1gr			4.32	
<i>Emerita analoga</i>	0.1gr	4	500ml	6.35	NTU
	0.2gr			5.77	
	0.4gr			1.27	
	0.6gr			5.73	
	0.8gr			5.85	
	1gr			5.91	

Fuente: Elaboración propia, 2018

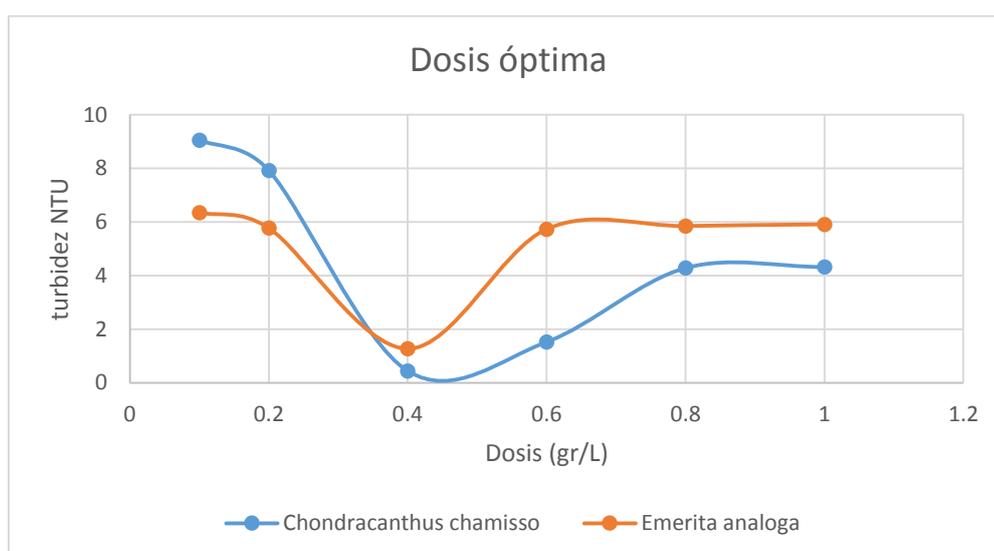


Figura 16: Determinación de dosis óptima con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita análoga* a un pH 4

En la figura 16 se observa tratamientos con diferentes dosis (0.1gr, 0.2gr, 0.4gr, 0.6gr, 0.8gr y 1 gr) con un pH de 4 en 500ml en un tiempo de 1h, determinando que las mejores dosis que presentaron mayor efectividad de remoción se presentó con 0.4gr con ambos coagulantes naturales, disminuyendo hasta en un 0.44 UNT con *Chondracanthus chamissoi* y 1.27 UNT con la *Emerita análoga* y 0.6 gr disminuyendo en 15.2 UNT con con *Chondracanthus chamissoi* y 5.73 UNT con la *Emerita análoga*.

Método 3: Determinación del tiempo óptimo con los coagulantes naturales.

Para ello, se realizó la prueba de jarras en diferentes tiempos de (1h, 45 min, 30 min, 20min) con un pH óptimo de 4 y una dosis óptima de 0.6 gr/ml, se determinó lo siguiente:

Cuadro 12: Determinación de tiempo optimo con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga* con una dosis de 0.6gr

Método	Tiempo	Dosis gr	pH	Volumen	Turbidez	Unidad
<i>Chondracanthus chamisso</i>	1 h	0.6 gr	4	500ml	1.52	NTU
	45 min				1.65	
	30 min				18.15	
	20 min				23.01	
<i>Emerita analoga</i>	1 h	0.6 gr	4	500ml	5.73	NTU
	45 min				5.47	
	30 min				15.38	
	20 min				22.18	

Fuente: Elaboración propia

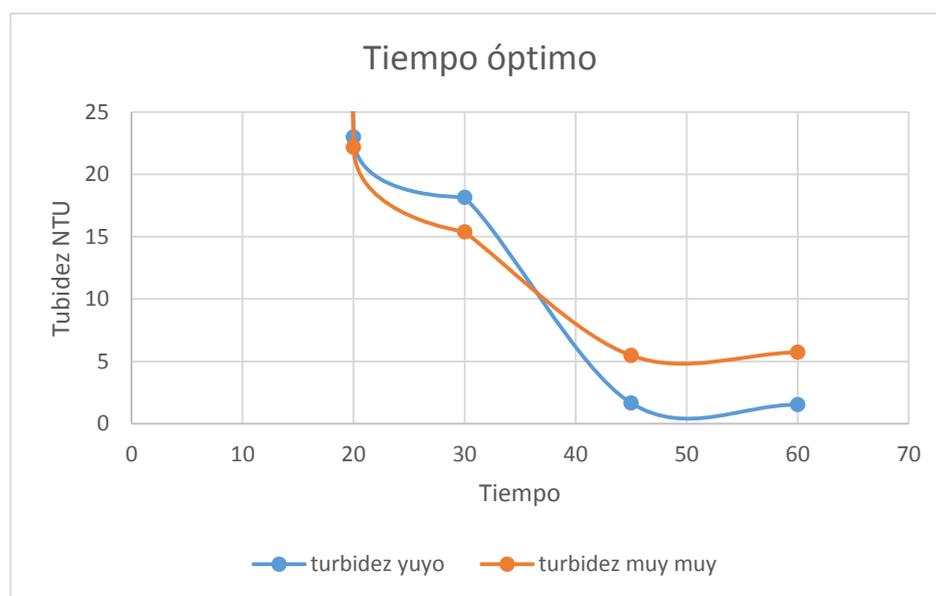


Figura 17: Determinación de tiempo óptimo con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga*

En la figura 17 se observa tratamientos a diferentes tiempos (1h, 45min, 30min y 20 min) con una dosis de 0.6 gr a un pH de 4 en 500 ml, cabe mencionar que como base se tomó 1h donde nos presentó 1.52 UNT con *Chondracanthus chamissoi* y 5.73 UNT con la *Emerita análoga*. Determinando que el mejor tiempo se dio en 45min para ambos coagulantes naturales presentando una remoción de 1.65 con *Chondracanthus chamissoi* y 5.47 UNT con la *Emerita análoga*, mientras que en 20min presento la menor remoción obteniendo 23.01 con *Chondracanthus chamissoi* y 22.18 UNT con la *Emerita análoga*, alejándose de lo establecido.

Cuadro 13: Determinación de tiempo optimo con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga* con una dosis de 0.4gr

Método	Tiempo	Dosis gr	pH	Volumen	Turbidez	Unidad
<i>Chondracanthus chamisso</i>	1 h	0.4 gr	4	500ml	0.44	NTU
	45 min				1.05	
	30 min				16.01	
	20 min				20.03	
<i>Emerita analoga</i>	1 h	0.4 gr	4	500ml	1.27	NTU
	45 min				3.37	
	30 min				14.01	
	20 min				21.01	

Fuente: Elaboración propia, 2018

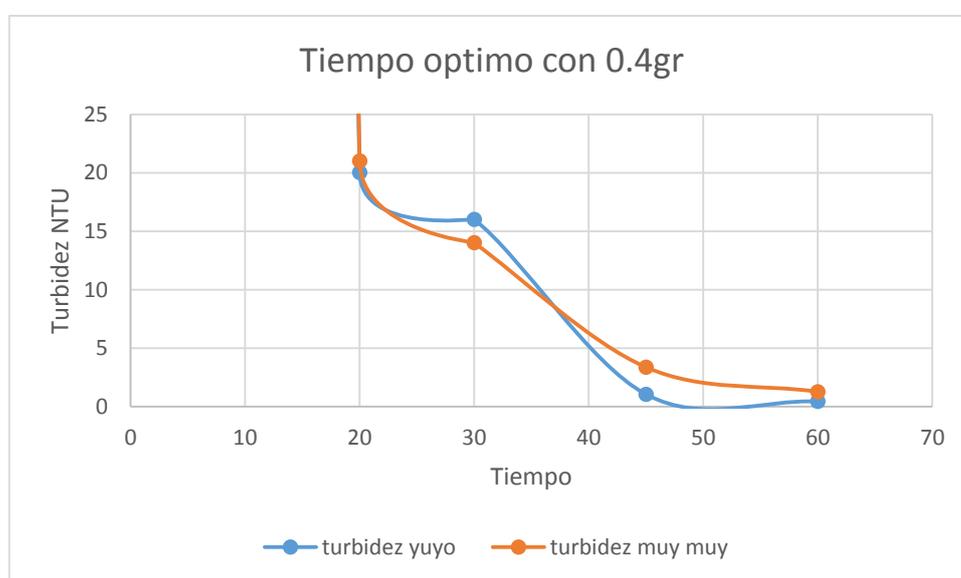


Figura 18: Determinación de tiempo óptimo con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga*

1h donde nos presentó 0.44 UNT con *Chondracanthus chamissoi* y 1.27 UNT con la *Emerita análoga*. Determinando que el mejor tiempo se dio en 45min para ambos coagulantes naturales presentando una remoción de 1.05 con *Chondracanthus chamissoi*

y 3.37 UNT con la *Emerita análoga*, mientras que en 20 min presento la menor remoción obteniendo 20.03 con *Chondracanthus chamissoi* y 21.01 UNT con la *Emerita análoga*, alejándose de lo establecido.

Método 4: Determinación de la cinética de remoción de turbidez, para ello se realizó 3 réplicas con un pH óptimo de 4, dosis óptima de 0.8gr/l y 1.2 gr/l de *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita analoga* en un tiempo de 45 minutos, se determinó lo siguiente:

Cuadro 14: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con *Chondracanthus chamissoi*

Método	Dosis gr	pH	Volumen	Tiempo	Turbidez	Promedio	Unidad
<i>Chondracanthus chamisso</i>	0.8 gr	4	1000 ml	8 min	16.13	16.42	NTU
					16.71		
					16.42		
				15 min	14.6	14.62	
					14.63		
					14.62		
				22 min	12.06	12.11	
					12.15		
					12.11		
				29 min	10.29	10.37	
					10.45		
					10.37		
				36 min	5.84	5.88	
					5.92		
					5.88		
45 min	2.32	2.34					
	2.35						
	2.34						
	1.2 gr	4	1000 ml	8 min	12.33	12.32	NTU
					12.31		
					12.32		
				15 in	11.5	11.56	
					11.61		
					11.56		
				22 min	10.98	10.85	
					10.72		
					10.85		

<i>Chondracanthus chamisso</i>	29 min	4.84	4.79
		4.74	
		4.79	
	36 min	2.78	2.76
		2.73	
		2.76	
	45 in	1.11	1.13
		1.15	
		1.13	

Fuente: Elaboración propia, 2018

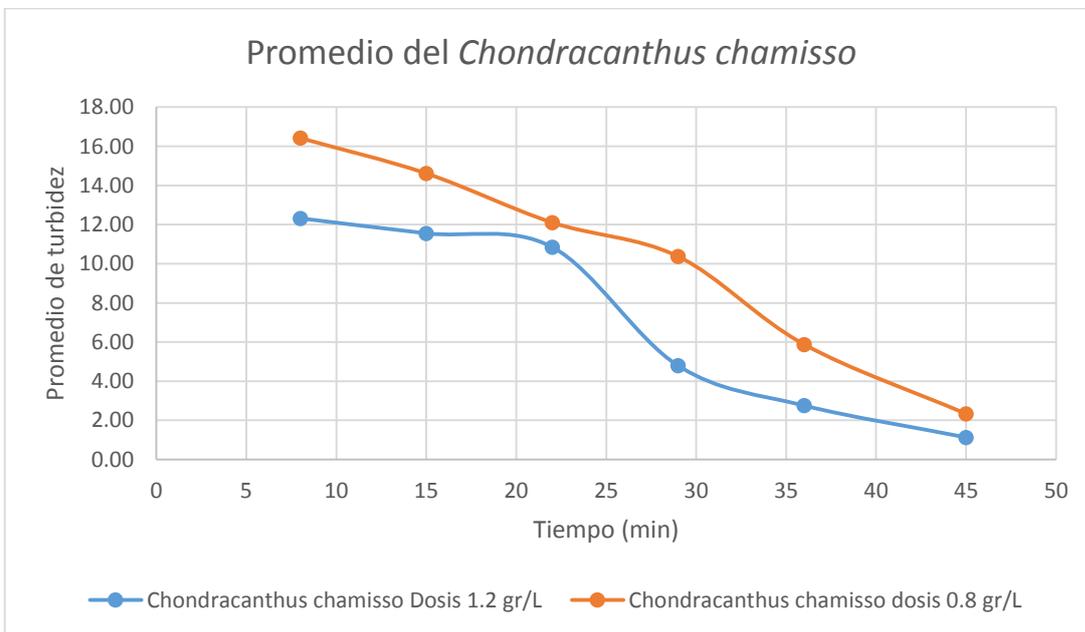


Figura 19: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con *Chondracanthus chamissoi*

En la figura 18 se observa el promedio de las tres primeras corridas con el coagulante *Chondracanthus chamissoi* para ambas dosis 0.8gr /L y 1.2gr/L por 6 tiempos diferentes teniendo en cuenta 45 min, las cuales fueron (8min, 15min, 22min, 29min, 36min y 45 min), como se observa durante los primeros tiempos entre 8min a 22min la efectividad de remoción que presenta en 0.8gr/L es de 16.42 UNT a 12.11 UNT y en 1.2gr/L es de 12.32 UNT a 10.85 UNT, además se observa entre 29min a 45 min la efectividad de remoción que presenta en 0.8gr/L es de 10.37 UNT a 2.34 UNT y en 1.2gr/L es de 4.79 UNT a 1.13 UNT.

Cuadro 15: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con *Emerita analoga*

Método	Dosis gr	pH	Volumen	Tiempo	Turbidez	Promedio	Unidad
<i>Emerita analoga</i>	0.8 gr	4	1000 ml	8 min	18.15	18.20	NTU
					18.25		
					18.2		
				15 min	17.03	17.12	
					17.2		
					17.115		
				22 min	15.73	15.77	
					15.81		
					15.77		
				29 min	10.73	10.84	
					10.95		
					10.84		
				36 min	5.15	5.17	
					5.18		
					5.165		
45 min	3.83	3.87					
	3.9						
	3.865						
<i>Emerita analoga</i>	1.2 gr	4	1000 ml	8 min	23.01	23.04	NTU
					23.1		
					23.01		
				15 in	16.75	16.78	
					16.83		
					16.75		
				22 min	10.25	10.17	
					10.01		
					10.25		
				29 min	5.78	5.76	
					5.73		
					5.78		
				36 min	2.98	2.61	
					1.86		
					2.98		
45 in	1.44	1.41					
	1.35						
	1.44						

Fuente: Elaboración propia, 2018

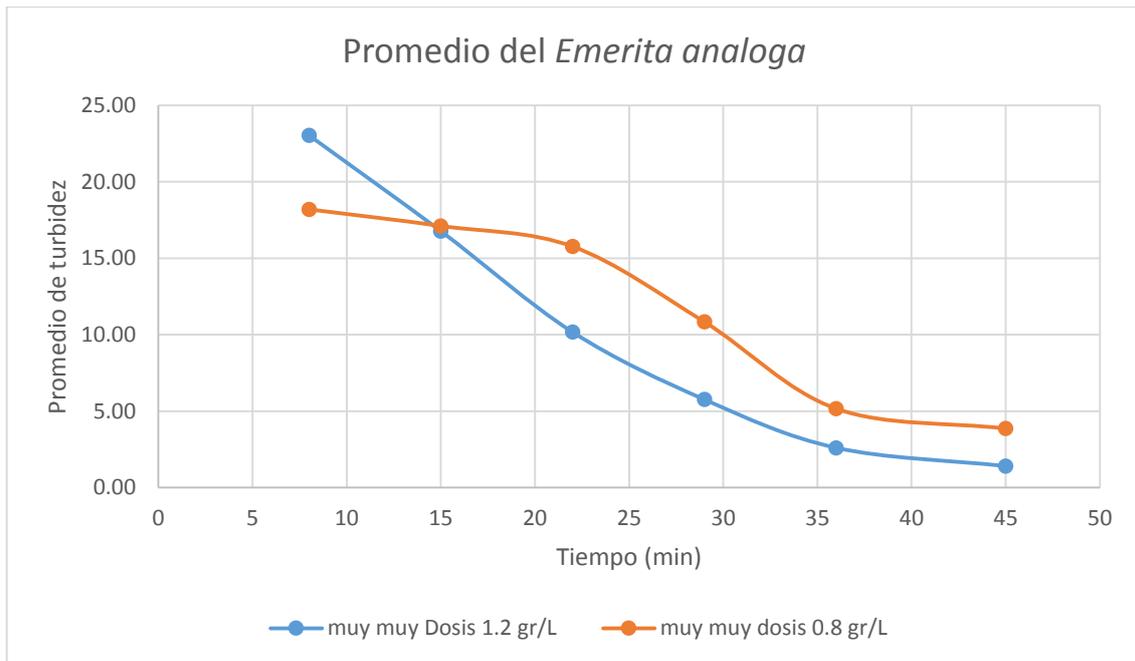


Figura 20: Determinación de la cinética de remoción de turbidez con *Emerita analoga*

En la figura 19 se observa el promedio de las tres primeras corridas con el coagulante *Emerita análoga* para ambas dosis 0.8gr /L y 1.2gr/L por 6 tiempos diferentes teniendo en cuenta 45 min, las cuales fueron (8min, 15min, 22min, 29min, 36min y 45 min), como se observa durante los primeros tiempos entre 8min a 22min la efectividad de remoción que presenta en 0.8gr/L es de 18.20 UNT a 15.77 UNT y en 1.2gr/L es de 23.04 UNT a 10.17 UNT, además se observa entre 29min a 45 min la efectividad de remoción que presenta en 0.8gr/L es de 10.84 UNT a 3.87 UNT y en 1.2gr/L es de 5.76 UNT a 1.41 UNT.

Método 5: Aplicación de modelos cinéticos para la remoción de la turbidez a diferentes dosis y tiempo con *Chondracanthus chamissoi* y *Emerita análoga*, a un pH óptimo de 4, dosis óptima de 0.8gr/l y 1.2 gr/l en un tiempo de 45 minutos, se determinó lo siguiente:

- **Reacción de orden cero**

Cuadro 16: Aplicación de reacción de orden cero para *Emerita analoga*

<i>Emerita analoga - Dosis 0.8 y 1.2gr/L</i>		
T(min)	Turbidez	Turbidez
8	18.20	23.04
15	17.12	16.78

22	15.77	10.17
29	10.84	5.76
36	5.17	2.61
45	3.87	1.41

Fuente: Elaboración propia, 2018

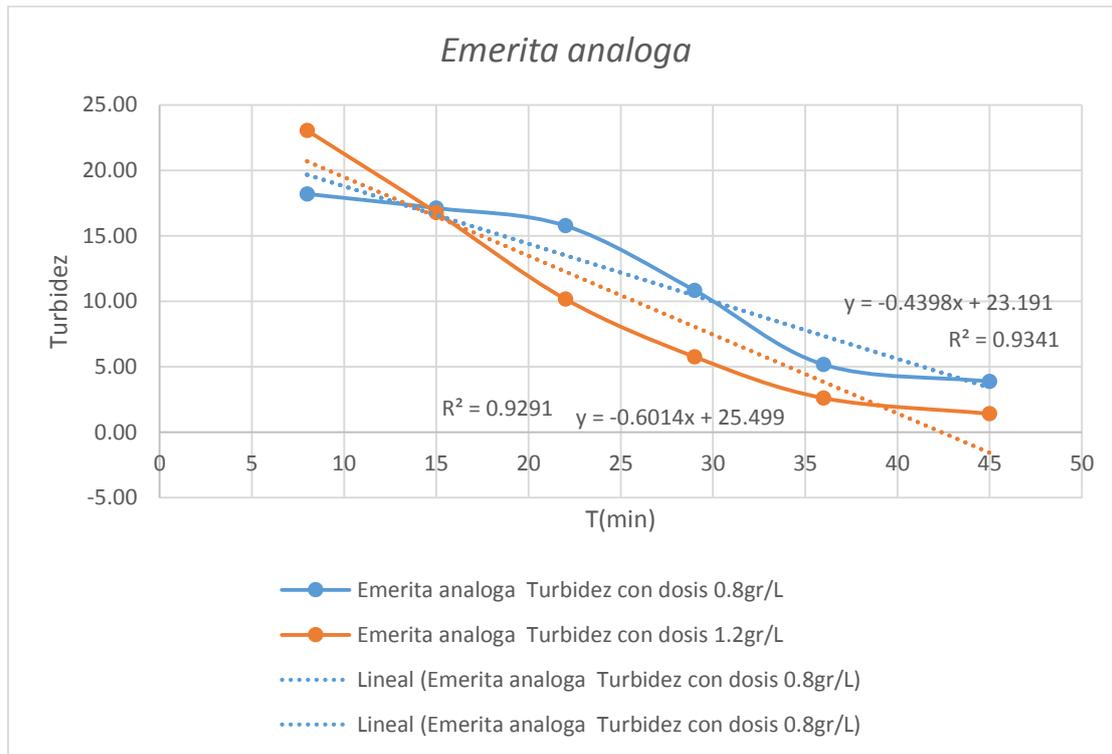


Figura 21: Aplicación de modelo de orden cero para *Emerita análogo*

Como se puede observar en la figura 21 para la *Emerita analoga*, graficando los datos tenemos en el eje Y turbidez y en el eje X tiempo, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k=-0.4398$ y el $R^2 = 0.93$ mientras que para 1.2gr/L $k=-0.60$ y el $R^2 = 0.92$

Cuadro 17: Aplicación de reacción de orden cero para *Chondracanthus chamissoi*

<i>Chondracanthus chamissoi</i>		
t min	Turbidez 0.8gr/L	Turbidez 1.2gr/L
8	16.42	12.32
15	14.62	11.56
22	12.11	10.85

29	10.37	4.76
36	5.88	2.76
45	2.34	1.13

Fuente: Elaboración propia

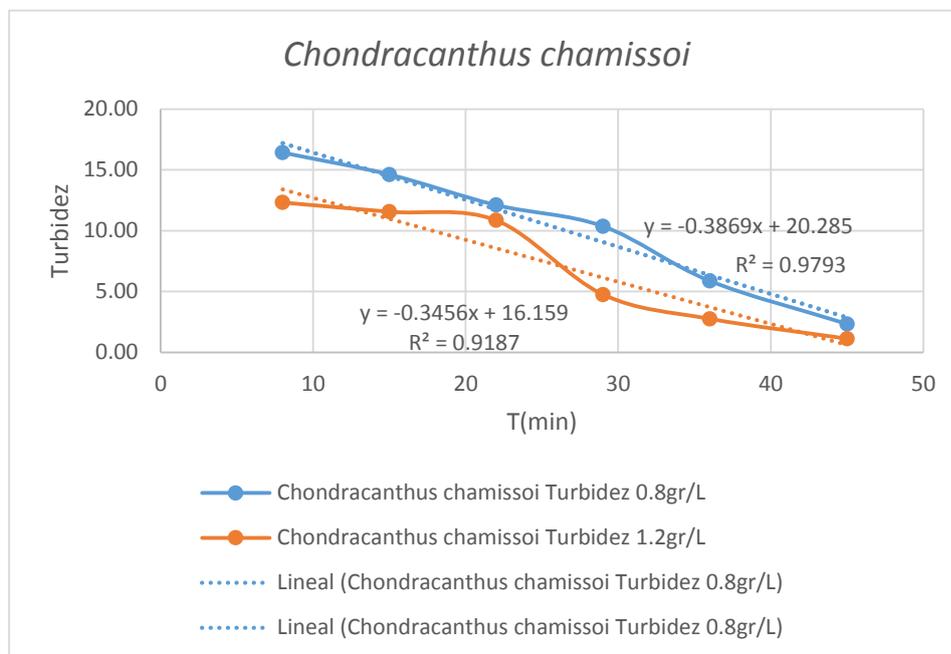


Figura 22: Aplicación de reacción de orden cero para *Chondracanthus chamissoi*

Como se puede observar en la figura 22 para la *Chondracanthus chamissoi*, graficando los datos tenemos en el eje Y turbidez y en el eje X tiempo, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k=-0.38$ y el $R^2 = 0.98$ mientras que para 1.2gr/L $k=-0.34$ y el $R^2 = 0.91$

- **Reacción de primer orden**

Cuadro 18: Aplicación de reacción de primer orden para *Emerita analoga*

<i>Emerita analoga</i>		
T(min)	Ln(Turbidez) - dosis de 0.8gr/L	Ln(turbidez) - dosis de 1.2gr/L
8	2.90	3.14
15	2.84	2.82
22	2.76	2.32
29	2.38	1.75
36	1.64	0.96
45	1.35	0.34

Fuente: Elaboración propia, 2018

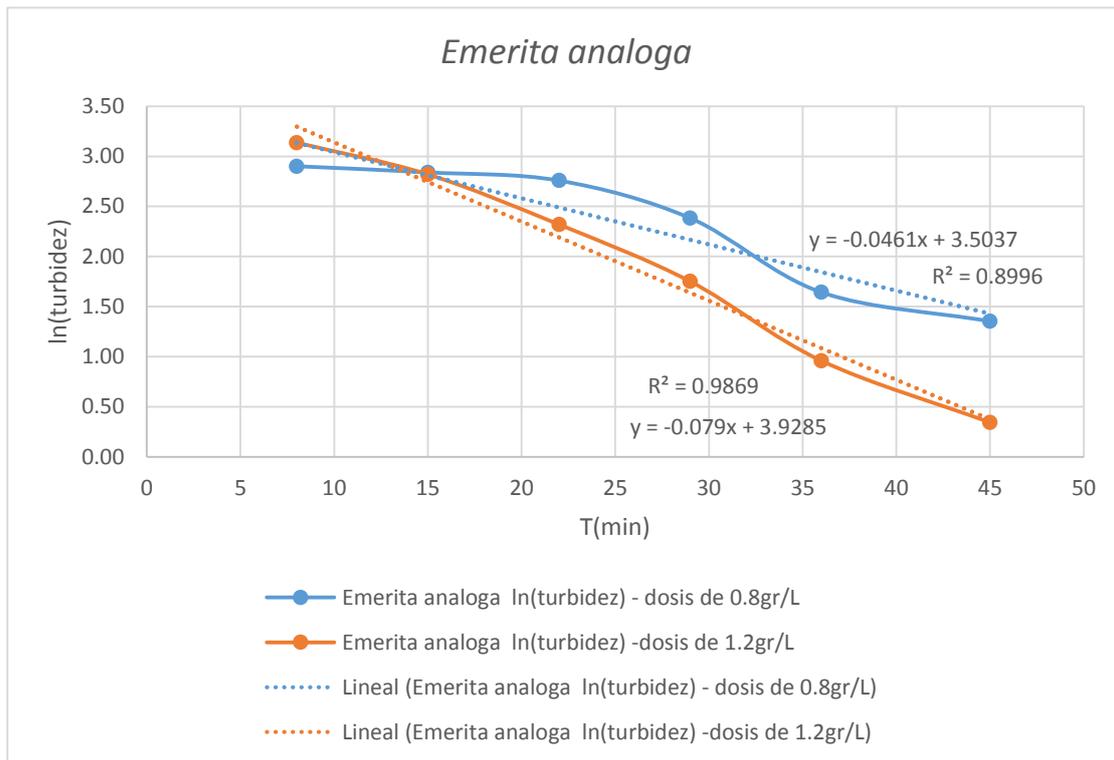


Figura 23: Aplicación de reacción de primer orden para *Emerita analoga*

Como se puede observar en la figura 23 para la *Emerita analoga*, graficando los datos tenemos en el eje Y $\ln(\text{turbidez})$ y en el eje X tiempo en minutos, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k=-0.0461$ 1/s y el $R^2 = 0.90$ mientras que para 1.2gr/L $k=-0.079$ 1/s y el $R^2 = 0.99$

Cuadro 19: Aplicación de reacción de primer orden para *Chondracanthus chamissoi*

<i>Chondracanthus chamissoi</i>		
t min	ln(turbidez) - dosis 0.8gr/L	ln(turbidez) - dosis 01.2gr/L
8	2.80	2.51
15	2.68	2.45
22	2.49	2.38
29	2.34	1.56
36	1.77	1.02
45	0.85	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2018

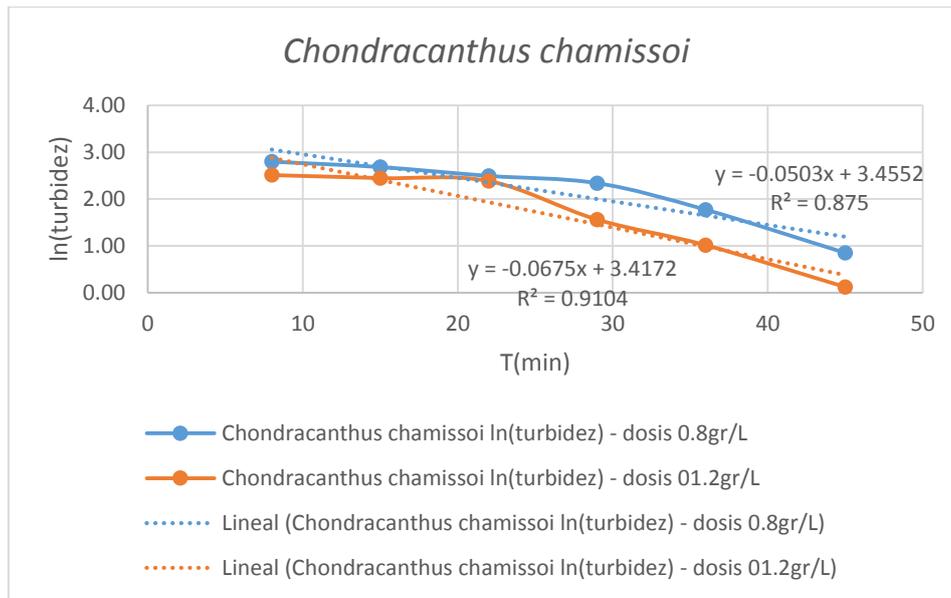


Figura 24: Aplicación de reacción de primer orden para *Chondracanthus chamissoi*

Como se puede observar en la figura 24 para *Chondracanthus chamissoi* graficando los datos tenemos en el eje Y ln (turbidez) y en el eje X tiempo en minutos, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k=-0.0503$ 1/s y el $R^2 = 0.88$, mientras que para 1.2gr/L $k=-0.0675$ 1/s y el $R^2 = 0.91$

- **Reacción de segundo orden**

Cuadro 20: Aplicación de reacción de segundo orden para *Emerita analoga*

Emerita analoga		
T(min)	1/turbidez - dosis de 0.8gr/L	1/turbidez - dosis de 1.2gr/L
8	0.05	0.04
15	0.06	0.06
22	0.06	0.10
29	0.09	0.17
36	0.19	0.38
45	0.26	0.71

Fuente: Elaboración propia, 2018

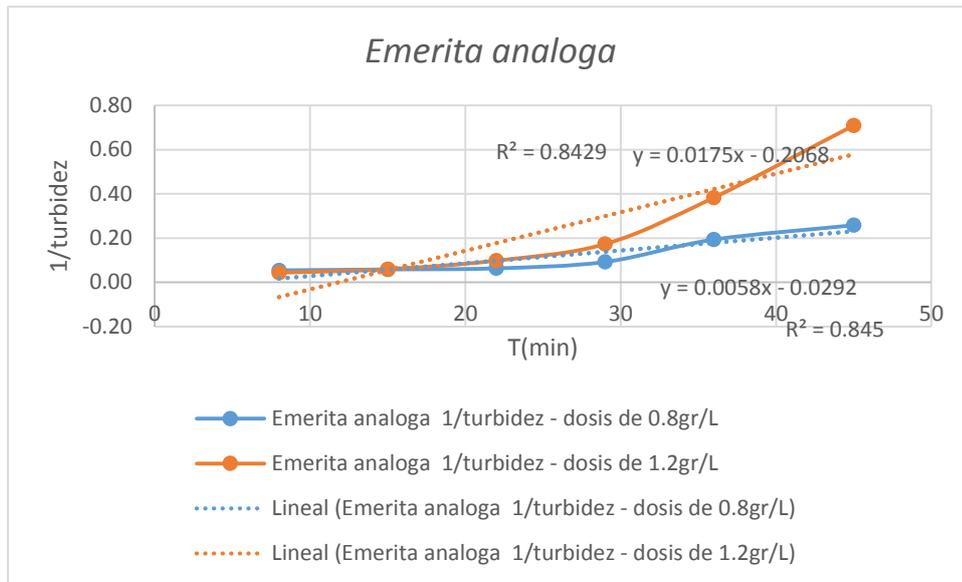


Figura 25: Aplicación de reacción de segundo orden para *Emerita analoga*

Como se puede observar en la figura 25, para la *Emerita analoga*, graficando los datos tenemos en el eje Y 1/turbidez y en el eje X tiempo en minutos, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k = -0.0058$ 1/M.s y el $R^2 = 0.84$ mientras que para 1.2gr/L $k = -0.0175$ 1/M.s y el $R^2 = 0.84$

Cuadro 21: Aplicación de reacción de segundo orden para *Chondracanthus chamissoi*

<i>Chondracanthus chamissoi</i>		
t min	1/turbidez - dosis 0.8gr/L	1/turbidez - dosis 01.2gr/L
8	0.06	0.08
15	0.07	0.09
22	0.08	0.09
29	0.10	0.21
36	0.17	0.36
45	0.43	0.88

Fuente: Elaboración propia, 2018

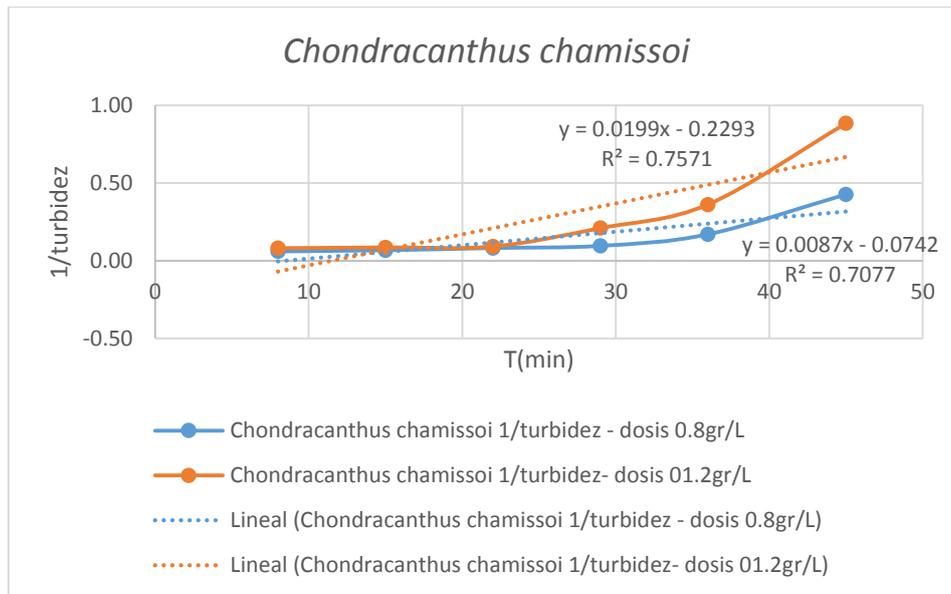


Figura 26: Aplicación de reacción de segundo orden para *Chondracanthus chamissoi*

Como se puede observar en la figura 26, para *Chondracanthus chamissoi* graficando los datos tenemos en el eje Y 1/turbidez y en el eje X tiempo en minutos, se observa de acuerdo a la línea de tendencias, existe una correlación casi perfecta, siendo para la dosis de 0.8gr/L $k = -0.0087$ 1/M.s y el $R^2 = 0.70$, mientras que para 1.2gr/L $k = -0.0199$ 1/M.sy el $R^2 = 0.76$

Método 6: Finalmente se determina el porcentaje de remoción para ambos coagulantes naturales

Cuadro 22: Porcentaje de remoción *Emerita analoga*

% de remoción <i>Emerita analoga</i>	
Dosis 0.8gr/L	99.19%
Dosis 1.2gr/L	99.32%

Fuente: Elaboración propia, 2018

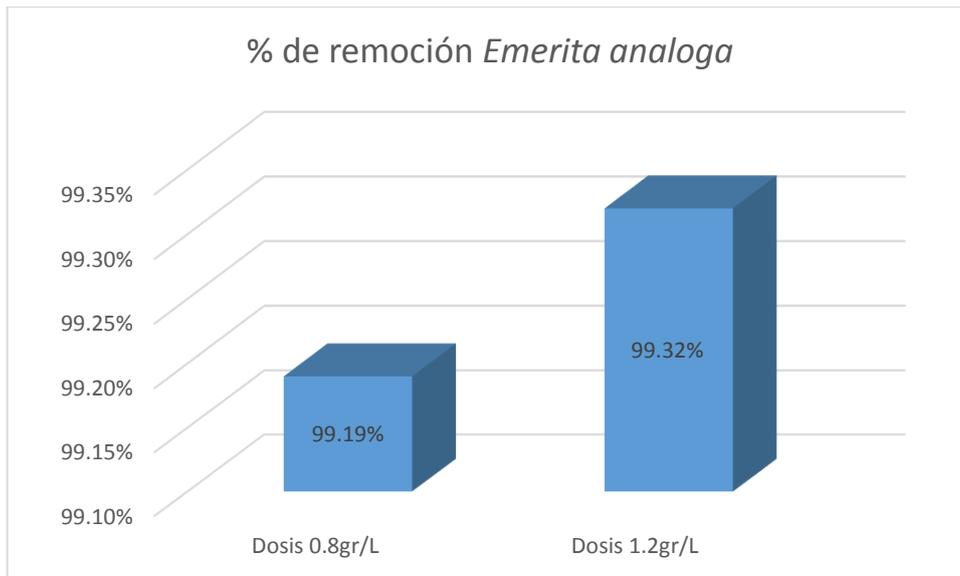


Figura 27: Porcentaje de remoción *Emerita analoga*

Como se observa en la figura 27, se evaluó el porcentaje de remoción de turbidez en dos concentraciones diferentes para la *Emerita analoga*, teniendo como resultado para la dosis de 0.8gr/L 99.19% y para 1.2gr/L 99.32%.

Cuadro 23: Porcentaje de remoción *Chondracanthus chamissoi*

% de remoción <i>Chondracanthus chamissoi</i>	
Dosis 0.8gr/L	99.28%
Dosis 1.2gr/L	99.50%

Fuente: Elaboración propia, 2018

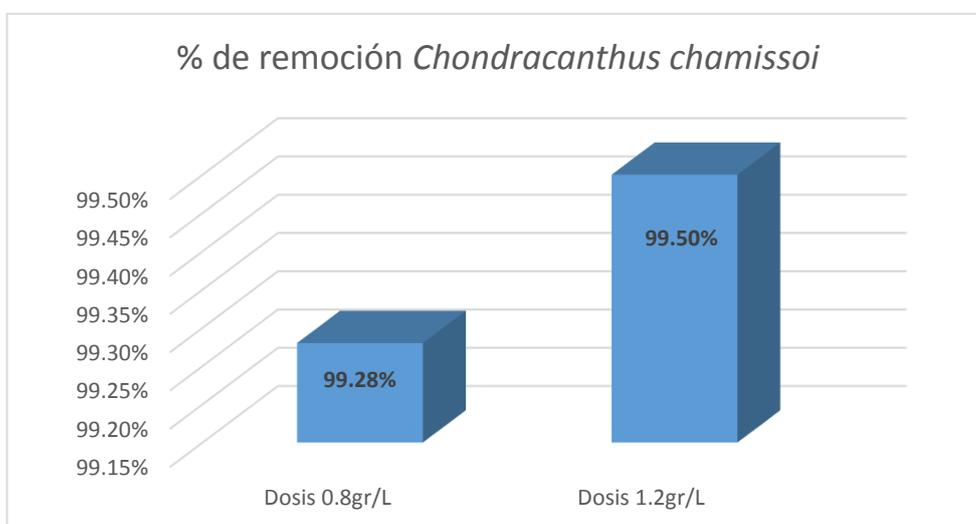


Figura 28: Porcentaje de remoción *Chondracanthus chamissoi*

Como se observa en la figura 27, se evaluó el porcentaje de remoción de turbidez en dos concentraciones diferentes para la *Chondracanthus chamissoi*, teniendo como resultado para la dosis de 0.8gr/L 99.28% y para 1.2gr/L 99.50%.

IV. DISCUSION

A partir de los hallazgos descubiertos, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que los coagulantes naturales *Emerita análoga* y *Chondracanthus chamissoi* tiene una capacidad significativa en la remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre.

La cinética de remoción de turbidez se dio a partir de la elaboración del alginato de sodio y el quitasano considerando diferentes características fisicoquímicas, lo cual se determinó que un pH de 4 contribuye favorablemente en ambos coagulantes naturales, con ello se confirma lo mencionado en MORI et al. (2013) y MARTINEZ, Alejandra (2012) quienes señalan en su estudio de trabajo con algas con *Undaria pinnatifida* sp y *Chlorella* sp y quitasano mediante prueba de jarras, concluyendo que un pH ideal es de 3 a 5 favorable para la adsorción, por lo mismo que un pH ácido crea gradientes de iones calcio. Es por ello que trabajar con un pH ácido favorece la adsorción de la turbidez.

De acuerdo a los resultados obtenidos para ambos coagulantes naturales que las dosis que muestran una adsorción significativa son 0.8gr/L y 1.2gr/L a un tiempo de 45 min, por lo mismo que el alga posee grandes cantidades de alginato y el caparazón de muy muy gran porcentaje de quitosano, tal como lo menciona UGONABO et al. (2012) en su estudio donde evaluó la cinética mediante el caparazón del caracol determino que la dosis del coagulante natural varía entre 0.1 a 0.6 x 10⁻³kg/m³ con un tiempo de 30 min logrando remover el contaminante en un 90.82%. Lo cual se relaciona con los valores obtenidos.

Así mismo, se puede observar con los resultados hallados tanto el pH, dosis del coagulante y velocidad de agitación tienen efectos altamente significativos en la remoción de turbidez con un nivel de 99% en ambos coagulantes naturales, tal como lo menciona MENKITI et al. (2011), VARGAS, Maricruz y ROMERO, Guillermo (2008) y CASTILLOS, Fredy (2017) mencionan en tu trabajo de investigación que los coagulantes naturales de origen vegetal y animal alcanzan un porcentaje de 95 a 99% de remoción de turbidez.

Estos resultados hallados guardan relación con lo que sostiene REYES (2014) en su estudio empleo el alga *Chondranchanthus chamissoi* utilizando el método factorías múltiple con tiempo, dosis diferente concluyo que el modelo con más significancia es la reacción de primer orden y MATUS et al. (2011), evaluaron la cinética mediante el quitosano aplicando diferentes concentraciones, velocidad de agitación y tamaño de la partícula, concluyendo que los datos experimentales evaluados en modelos cinéticos, quien más significancia tuvo con respecto a concentraciones bajas fue el modelo de primer orden con un 95% de remoción. Estos autores expresan que tanto el alginato de sodio obtenido de alga y el quitosano tiene una capacidad significativa en la cinética de remoción de turbidez determinando que el modelo cinético que presento mayores coeficientes de correlación es la reacción de primer orden, lo cual es acorde con lo que este estudio se hallao

Pero en lo que no concuerda el estudio es con lo que sostiene BORJA et al. (2015) el menciona según los datos experimentales que la cinética que presento mayores coeficientes de correlación es la reacción de segundo orden. En este estudio no se encuentran esos resultados.

V. CONCLUSIONES

En esta tesis se evaluó la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus Chamissoi*. Para ello, la dosis del coagulante, pH y el tiempo son variables significativos ya que depende de una eficiente interacción para que tanto los coloides y otros compuestos sedimenten, por lo que se determinó en esta investigación trabajar con un pH 4 a dos valores de dosis de coagulante (0.8 y 1.2gr/L) con un tiempo de 45min, siendo evaluado en 6 puntos (8, 15, 22, 29, 36 y 45 min) para ambos coagulantes.

Se concluyó que el modelo de Pseudo primer orden fue el que mejor coeficiente de correlación tiene para ambos coagulantes naturales, en caso de la *Emerita analoga* presento una pendiente $k=-0.0461$ 1/s y el $R^2 = 0.90$ para 0.8gr/L mientras que para 1.2gr/L $k=-0.079$ 1/s y el $R^2 = 0.99$, mientras que para *Chondranchanthus chamissoi* presento una pendiente de $k=-0.0503$ 1/s y el $R^2 = 0.88$ para 0.8gr/L, mientras que para 1.2gr/L $k=-0.0675$ 1/s y el $R^2 = 0.91$. Lo que nos indica que el paso determinante de la velocidad del proceso de adsorción es una reacción química.

Así mismo se concluye que para el tratamiento de aguas obtenidas del efluente de la etapa de pelambre generado por la industria curtiembre mediante coagulantes naturales, se obtuvo una remoción de turbidez en un 99%. Para el coagulante *Emerita analoga* con una dosis de 0.8gr/L se alcanzó 99.19% y con una dosis de 1.2gr/L se alcanzó 99.32% y para el coagulante *Chondracanthus chamissoi* con una dosis de 0.8gr/L se obtuvo 99.28% y con 1.2gr/L se obtuvo 99.50%.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir investigando y tener presente esta tesis como una motivación para otros estudios en la remoción de DQO, DBO, aceites y entre otros contaminantes que se encuentran presente en el agua.
- No es recomendable trabajar a pH altos en estos tipos de tratamientos de aguas obtenidas del efluente de la etapa de pelambre generado por la industria curtiembre debido a que estas presentan elevadas concentraciones de sulfuro de hidrogeno.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCAZAR, M., GAMARRA, G., CASTRO, A. & GODOY, J. Eficacia de Coagulantes en el Tratamiento Primario de Efluentes de Procesadora de Frutas. Ciencia e investigación UNMSM, 13 (2), 2010.

ANDIA, Y. Coagulación y floculación. Recuperado de http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154, 2000.

ADMED, H. Eliminación de metales pesados de las aguas residuales utilizando residuos agrícolas e industriales como adsorbentes. Vol. 9. Diciembre 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hbrcej.2013.08.004>

ALDANA, E. Uso del extracto de la semilla de *Moringa Oleifera* como coagulantes natural primario y ayudante de coagulación en el tratamiento de agua para consumo humano. Lima. Perú, 2012.

APELO A. Bioadsorción con cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en agua contaminadas por anilina de la Empresa Curtiembre – Huachipa 2017. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017.

AYALA, J. Extracción y recuperación de sulfuros de aguas residuales de curtiembres. (Tesis de pregrado) Universidad de Santo Tomas, Bogotá, Colombia, 2017.

BARROS, I; GUZMAN, L; TARON, A. Extracción y comparación de la quitina obtenida a partir del caparazón de *callinectes sapidus* y *penaeus vannameis*. Junio. 2015.

BORJA, N, GARCIA, V, YIPMANTIN, A, GUZMAN, E y MALDONADO, H. Estudio de la cinética de biosorción de plomo (II) en alga *Ascophyllum nodosum*. 2015.

Barrenechea A, Formato Pdf. Desarrollo –coagulantes-floculantes, 2007.

BARRENECHEA, A. OPS/CEPIS. Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Manual I, Tomo I. Versión en PDF. Lima, 2004.

CAMPOS, J. y DI BERNARDO, L. Uso de polímeros Naturales en el tratamiento de agua para abastecimiento. Centro Interregional de abastecimiento y Remoción de Agua, Universidad de Sao Paulo, Escuela de ingeniería de Sao Carlos – Brasil, 1991

CAMPOS, J., COLINA, G., FERNÁNDEZ, N., TORRES, G & OJEDA, G. Caracterización del agente coagulante activo de las semillas de Moringa oleífera mediante HPLC. Venezuela: Ediciones Huracán, 2003.

CASTELLANOS, F. Revisión del uso de coagulantes naturales en el proceso de clarificación del agua. Colombia, 2017.

CERÓN, V. Estudio para la determinación y dosificación optima de coagulantes en el proceso de clarificación de aguas crudas en la potabilización de aguas de la empresa Empoobando e.sp. San Juan de pasto. Diciembre, 2016.

DIAZ, J. Coagulantes-floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje para el tratamiento de aguas contaminadas. Diciembre 2014. Disponible en: <http://repositorio.upnfm.edu.hn:8081/xmlui/bitstream/handle/12345678/94/TESIS%20DE%20NAHUM.pdf?sequence=1>.

EBELING J, WELSH C, RISHEL K. Performance evaluation of an inclined belt filter using coagulation/flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from microscreen backwash effluent .Aquacultueal Engineerin, 2005.

EBELING J, RISHEL K, SIBRELL P. Screenin and evaluation of polymers as flocculation aids for the treatment of aquacultural effluents. Aquacultural Engineering, 2005.

GARCÍA, B. Metodología de extracción in situ de coagulantes natural para la clarificación de agua superficial. Aplicación en países en vías de desarrollo, Director: Dr. José Miguel Arnal Arnal. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Valencia. 1-103, 2007.

HERNANDEZ, FERNANDEZ y BAPTISTA. Metodología de la investigación. 5 edition, México 2010, 505p. ISBN: 968-422-931-3

LAVENDA, B. El movimiento browniano. Formato PDF, 2005. Disponible < <http://www.lanais.famaf.unc.edu.ar/QuantumSimposium2005/MB.pdf>>

MALIK, R, LATA, S, SINGHAL, S. Removal of heavy metal from waste water by the use of modified aloe vera leaf powder. Vol. 5. India. 2015. ISSN: 2277-2073.

MARTINEZ, A. Biosorción del colorante rojo congo en sistemas en lote utilizando biomasa de *Chlorella* sp. 2012.

MATUS, I, PANIAGUA, L y BENAVENTE, M. Estudio de la cinética de adsorción de Cu y Hg a partir de soluciones binarias usando quitasano. Nicaragua, 2011.

ISSN-L: 1818-6742.

METCALF y EDDY, I. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, third ed. McGraw-Hill Inc., Boston, MA.; Citado por Ebeling J , Welsh C , Rishel K (2005).

MENKITI, Matthew; NNAJI, P; NWOYE, Chukwuka; ONUKWULI, Okechukwu. Coag-Flocculation Kinetics and Functional Parameters Response of Mucuna Seed Coagulant to pH Variation in Organic Rich Coal Effluent Medium. Vol. 9. Nigeria. 2010

MENKITI, Matthew; NWOYE, Chukwuka; ONYECHI, Chinenye; ONUKWULI, Okechukwu. Factorial Optimization and Kinetics of Coal Washery Effluent Coag-Flocculation by Moringa Oleifera Seed Biomass. Nigeria, Julio 2011.

MENKITI, Matthew; NNAJI, P; NWOYE, Chukwuka. Coag-flocculation kinetics and functional parameters response of Periwinkle shell coagulant (PSC) to pH variation in organic rich coal effluent medium. Nigeria, 2009.

ISSN 1545-0740.

MORI, M, MALDONADO, G, GUZMAN, L, EYRAS, C BERNARDELLI, C, VIERA, M y DONATI, E. Estudio cinético e isotérmico de la biosorción de zinc (II) y cadmio (II) para un sistema monometálico-bimetálico por *Undaria pinnatifida* sp. Vol. 16. N°2, 2013.

NICHELA, D. Estudio del mecanismo y la cinética de degradación de contaminantes aromáticos empleando reacciones tipo fenton, electro-fenton y foto.-fenton. 1ª edición. Universidad Nacional de la Plata. 2012. ISBN: 978-950-34-0786-8.

ORTIZ, N. & CARMONA, J. Aprovechamiento de cromo eliminado en aguas residuales de curtiembres (San Benito, Bogotá), mediante tratamiento con sulfato de sodio. *Revista Luna Azul*, 40, 117-126, 2015. Doi: 10.17151/luaz.2015.40.9

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Agua, saneamiento e higiene: Salubridad y calidad de agua, 2017 Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/

OLIVERA, R; FERREIRA, S. Flocculation kinetics of low-turbidity raw water and the irreversible floc breakup process. Brazil, 2017. ISSN: 0959-3330. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2016.1236149>; DOI: 10.1080/09593330.2016.1236149.

PINILLA, J. Evaluación de la eficiencia como coagulante de la semilla de soja molida, soja deslipidificada y la torta de soja, frente al sulfato de aluminio en procesos de clarificación de aguas. Bogotá, 2017.

PINEDO, R. Impactos ambientales generados por la curtiembre d-Leyse, en el distrito del porvenir, provincial Trujillo, región la libertad. Perú, tingo maría. 2012.

REYES, I. Adsorción de cobre, hierro y mercurio empleando *Chondracanthus chamissoi*. Trujillo, Perú 2014.

ROMERO, J. Tratamiento de aguas residuales: teorías y principios de diseño. Colombia 2010. ISBN; 958-8060-13-3

RODRÍGUEZ J, LUGO I, ROJAS A, Y MALAVER C. Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora. Bogota, 2007.

RODRIGUEZ, J. Uso de extractos naturales (Manihot Esculenta) para tratamiento de aguas con contenido de residuos orgánicos. Brasil, 2012. Disponible: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96469/300018.pdf?ssequence=1&isAllowed=y> ↵

TRUJILLO, D. [et., al]. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación y floculación usando almidón de plátano. Colombia. 2013. P.35

TAPIA, N; MAMANI, S; ROJAS, P; YARANGO, A. Estudio de la coagulación del sistema coloidal de Fe (OH)₃ por acción de la goma de tara. Volumen 13. 2010.

TOBALINA, C. Adsorción de boro por medio de perlas de alginato. PFC, UPC, Departamento de Ingeniería química, 2009 [Biblioteca EPSEVG]. [http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8015/1/PFC_Carlos%20Tobalina%20Ramirez.pdf].

UGONABO, V; MENKITI, M; ONUKWULI, O. Kinetics and coagulation performance of snail shell biomass in pharmaceutical Effluent. Vol. 2. Nigeria, Julio 2012. ISBN: 2250-3021.

VARGAS, M; ROMERO, G. Desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en países en desarrollo. Costa rica, 2008.

ANEXOS

ANEXO N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i> " Lima - 2018								
Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
¿Cuál es la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i> " – Lima 2018?	Evaluar la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante la aplicación de coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i> "	Los coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i> " tiene una capacidad significativa en la cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre	Coagulantes naturales " <i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i> "	ALCAZAR, M. (2010). Menciona que son sustancias solubles en agua, que aún no ha sido explotada suficiente, así mismo son procedentes de origen vegetal como plantas, algas y animales de especies crustáceos debido a reacciones bioquímicas y tiene una reacción similar a los coagulantes sintéticos, este coagulante natural acumulara las partículas en suspensión facilitando su sedimentación.	La muestra de agua residual de la etapa de pelambre será inicialmente pre tratada mediante una primera operación unitaria de coagulación para eliminar partículas coloidales y restos residuales del efluente de la etapa de pelambre, para ello se utilizara coagulantes naturales los cuales serán elaborados a partir del yuyo que viene a ser un alga y el muy muy un crustáceo. Dicho experimento se desarrollara en el laboratorio mediante la Test de jarras.	Coagulante natural " <i>Emerita analoga</i> "	Dosis de coagulante	mg/l
						pH	Unidad de pH	
						Tiempo	minutos	
						Agitación	rpm	
						Coagulante natural " <i>Chondracanthus Chamisso</i> "	Dosis de coagulante	mg/l
						pH	Unidad de pH	
						Tiempo	minutos	
						Agitación	rpm	

<p>¿En qué medida influye el coagulante natural <i>emerita analog</i> para remover la turbidez en aguas residuales de curtiembre?</p>	<p>Determinar la influencia del coagulante natural <i>emerita analog</i> en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>	<p>El coagulante natural <i>emerita analog</i> influye directamente en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>	<p>Cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>	<p>(MALIK. R, LATA. S, SINGHAL. S. 2015) Mencionan que el diseño de modelos cinéticos es una alternativa que contribuye a determinar la remoción de un contaminante, que es representado por un proceso en curso y dependerá del tiempo de contacto, concentración de la solución y cantidad de adsorbente.</p>	<p>La cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de la etapa de pelambre se calcula a partir de los modelos cinéticos y el porcentaje de remoción de las concentraciones iniciales del efluente en relación a las operaciones aplicadas para obtener una concentración final.</p>	<p>Modelo cinético</p>	<p>1er orden</p>	<p>1/s</p>
<p>¿En qué medida influye el coagulante natural <i>Chondracanthus chamisso</i> para remover la turbidez en aguas residuales de curtiembre?</p>	<p>Determinar la influencia del coagulante natural <i>Chondracanthus chamisso</i> en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>	<p>El coagulante natural <i>Chondracanthus chamisso</i> influye directamente en la cinética de remoción de turbidez en aguas residuales de curtiembre</p>				<p>2do orden</p>	<p>1/M.S</p>	
		<p>Remoción</p>	<p>Porcentaje de remoción</p>	<p>%</p>				

ANEXO N°2 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales "<i>Emerita analoga</i> y <i>Chondracanthus Chamisso</i>"		
Muestreo Realizado Por:	Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra	Turbidez inicial	1455 NTU	OBSERVACIONES
Lugar	Laboratorio UCV	pH	4	
Ítem	Tiempo (min)	Coagulantes naturales "<i>Emerita analoga</i>"		
		Turbidez NTU con 0.8gr/L	Turbidez NTU con 1.2 gr/L	
1	8	18.2	23.04	
2	15	17.12	16.78	
3	22	15.77	10.17	
4	29	10.84	5.76	
5	36	5.17	2.61	
6	45	3.87	1.41	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales "*Emerita analoga* y *Chondracanthus Chamisso*"

Muestreo Realizado Por:	Monica del Pilar Salcedo Carhuaricra	Turbidez inicial	1455 NTU	OBSERVACIONES
Lugar	Laboratorio UCV	pH	4	
Ítem	Tiempo (min)	Coagulantes naturales " <i>Chondracanthus chamissoi</i> "		
		Turbidez NTU con 0.8gr/L	Turbidez NTU con 1.2 gr/L	
1	8	16.42	12.32	
2	15	14.62	11.56	
3	22	12.11	10.85	
4	29	10.37	4.76	
5	36	5.88	2.76	
6	45	2.34	1.13	

ANEXO N° 03 FICHAS DE VALIDACION DE INSTRUMENTO

ANEXO N°4: VALIDEZ DE RESULTADOS

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

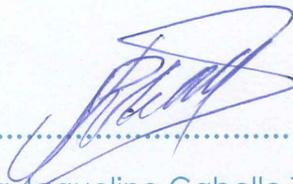
".. Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales
de curtiembre mediante coagulantes naturales
emerita analoga y chondracanthus chomissoi Lima - 2018 .

.....", del (de la) estudiante
Monica del Pilar Salcedo Corcuera.....

....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de **14**...:% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y **San Juan de Lurigancho,**
fecha..... **de Diciembre del 2018 .**



Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

DNI: 08947396

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



² FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“Cinética de remoción de la turbidez en aguas residuales de curtiembre mediante coagulantes naturales *Emerita analoga* y *Chondracanthus chamissoi* Lima – 2018”

² TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:

Salcedo Carhuaricra, Monica del Pilar

Resumen de coincidencias

14 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

14	1	sired.udenar.edu.co	1 %
		Fuente de Internet	
	2	intranet.cip.org.pe	1 %
		Fuente de Internet	
	3	Entregado a Universida...	1 %
		Trabajo del estudiante	
	4	revistas.unimilitar.edu...	1 %
		Fuente de Internet	
	5	Entregado a Universida...	<1 %
		Trabajo del estudiante	
	6	cdigital.dgb.uanl.mx	<1 %
		Fuente de Internet	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Mg. Fernando Antonio Sernaqué Aucchuasi

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Monica del Pilar Salcedo Carhuarica

INFORME TITULADO:

"CINÉTICA DE REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ EN AGUAS RESIDUALES

DE CURTIEMBRE MEDIANTE COAGULANTES NATURALES EMERITA

ANALOGA y CHONORACANTHUS CHAMISSOI UIMA - 2018 "
PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 14/12/2018

NOTA O MENCIÓN: Dieciseis (16)

MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI