



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“DOSIS DE COAGULANTE NATURAL *Caesalpinia Spinosa* PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL
DREN 4000”.**

Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

RAMÍREZ FLORES, Kelly del Pilar.

ASESOR:

Dr. MONTEZA ARBULU, Cesar Augusto.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

PERÚ 2017

PAGINA DEL JURADO

.....
Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulú
Presidente(a)

.....
Dr. José Elías Ponce Ayala
Secretario(a)

.....
Dr. Bertha Magdalena Gallo Gallo
Vocal (a)

DEDICATORIA

A dios por todo lo bueno que me ha dado, por permitirme cumplir todas mis metas y sueños por darme salud y bendecirme siempre por guiarme y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre MARIA FLORES por ser la persona que más me apoyo, en esta hermosa etapa de mi vida, por ser un gran ejemplo de lucha amor y perseverancia por enseñarme a luchar por lo que más quiero y a no rendirme nunca.

A mi padre MISAEL RAMÍREZ por su amor comprensión y apoyo incondicional en todo los aspectos de mi vida, por sus consejos y los más importante por creer en mi hasta el final.

A mis hermanas que siempre estuvieron conmigo en todo lo bueno y lo malo, por su cariño y amor, es indescriptible el amor que recibí y que me ayudo a superar muchos obstáculos.

A todas las personas que estuvieron conmigo en esta etapa de mi vida profesional, Al Ing. Cesar Augusto Monteza Arbulu por su ayuda y apoyo en la elaboración de esta tesis; al Dr. Ponce Ayala José. Por su apoyo ofrecido en este trabajo.

KELLY

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en primer lugar a DIOS por todo lo que me ha dado, por bendecirme y haber hecho que llegue a cumplir uno de mis grandes sueños.

A mis padres MISAEL RAMÍREZ ALTAMIRANO y MARÍA ROSULA FLORES LLATAS por ser los mejores padres por apoyarme en todo, por el amor, la dedicación y el gran esfuerzo que hicieron para poder estudiar y ser alguien en la vida no hay palabras que describa lo agradecida que estoy con las dos personas que más amo gracias por confiar en mí.

A mis Hermanas, que con sus consejos, amor me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

En especial al Ing. Cesar Augusto Monteza Arbulu por apoyarme su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi tesis y lograr terminar mis estudios con éxito.

LA AUTORA

DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD

Yo *Kelly del Pilar Ramírez Flores* estudiante de la escuela profesional de ingeniería ambiental de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo - Chiclayo identificado con DNI: 48062702.

Declaro la autenticidad de este proyecto de investigación bajo juramento que:

1. Yo soy la única autora de este proyecto de investigación que tiene como título: *"DOSIS DE COAGULANTE NATURAL Caesalpinia Spinosa PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL DREN 4000"*. la misma que voy a presentar para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. Este trabajo de investigación no ha sido plagiada o copiada ni parcialmente ni en su totalidad, para la cual se han considerado y respetado todas de citas y referencias de las normas internacionales ISO 690:2010 para las fuentes que han sido consultadas.
3. En los resultados que están siendo presentados en este trabajo de investigación son completamente reales certificados por la Entidad Prestadora De Servicios De Saneamiento De Lambayeque EPSEL el cual no han sido copiados, falsificados ni duplicados.



Kelly del Pilar Ramírez Flores

48062702

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se basa en la determinación de la dosis óptima de coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* y se aplicó en 8 tratamientos para mejorar la calidad de aguas residuales. Logrando disminuir los contaminantes que alteran los parámetros del agua y generan impactos negativos en el ambiente y la población de santa rosa.

Para esta investigación se enfocó en la aplicación del coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* para optimizar la calidad de las aguas y poder ser vertidas al dren 4000 utilizando una técnica para estudios que son evaluados en diferentes dosis, de esta forma está constituido en VIII capítulos que incluye las referencias bibliográficas y los anexos de la investigación.

En el capítulo I, se tiene la introducción general sobre el trabajo de investigación que incluye la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas al tema, la formulación al problema, la justificación del estudio, la Hipótesis y el Objetivo general seguido de los objetivos específicos.

En el capítulo II, está compuesto por el método, donde se encuentra el diseño de la investigación, las variables, el cuadro de Operacionalización, la población y muestra, además las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad del trabajo de investigación junto a la metodología, los métodos de análisis de datos y los aspectos éticos.

En el capítulo III, se muestra los resultados que se obtuvieron de la investigación, y que fueron evaluados en las diferentes aplicaciones de los tratamientos del coagulante natural goma de tara en el agua residual y el análisis de los parámetros físicos químicos tales como pH, DBO, DQO, SST, Conductividad Eléctrica, O D, Turbidez que incluye los gráficos y la interpretación en Excel y spss.

En los capítulos IV, V y VI, tenemos la discusión, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación basado a los resultados obtenidos.

Y por último en el capítulo VII y VIII, se tiene las referencias bibliográficas y todos los anexos referentes al trabajo de investigación.

KELLY

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos	16
1.3 Teorías Relacionadas Al Tema	21
1.3.1 Dosis de Coagulante	21
1.3.2 Calidad Del Agua	22
1.4 Marco Conceptual.....	26
1.4.1 Coagulantes Naturales	26
1.4.2 TARA O <i>Caesalpinia Spinosa</i>	29
1.4.3 Goma De Tara	29
1.4.4 Agua Residual.....	32
1.4.5 Coagulación, Floculación y Sedimentación.....	33
1.5 Formulación Del Problema	36
1.6 Justificación Del Estudio.....	36
1.7 Hipótesis.....	37
1.8 Objetivos.....	37
II. MÉTODO.....	37
2.1 Diseño De Investigación	37
2.2 Variables, Operacionalización	37
2.2.1. Variables	37
2.2.2 Operacionalización de la variable.....	37
2.3 Población Y Muestra	40
2.3.1 Población	40

2.3.2 Muestra.....	40
2.3.3 Muestreo	40
2.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez	40
2.4.1 Técnicas De Recolección De Datos.....	40
2.4.2 Instrumentos, Materiales Y Equipos Recolección De Datos	45
2.4.3 Validez	47
2.5 Metodología Y Métodos Para Análisis De Datos	47
2.5.1 Metodología Para Toma De Muestra.....	47
2.5.2 Método Para La Dosis Óptima De Coagulante	47
2.5.3 Métodos Para Análisis De Datos.....	48
2.6 Aspectos Éticos.....	49
III. RESULTADOS.....	49
3.1. Determinación De Parámetros Fisicoquímicos del agua residual	49
IV. DISCUSION.....	61
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS	64
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Resultados del análisis de agua residual del dren</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 2 Velocidades de la primera prueba de jarras</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 3 Velocidades de la segunda prueba de jarras</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4 Determinación de turbidez.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 5 Determinación de conductividad eléctrica</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 6 Determinación de solidos totales disueltos.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 7 Determinación de oxígeno disuelto</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8 Determinación de DQO</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 9 Determinación de DBO.....</i>	<i>55</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Grafico 1 Determinación de turbidez.....</i>	<i>51</i>
<i>Grafico 2 Determinación de conductividad eléctrica.....</i>	<i>52</i>
<i>Grafico 3 Determinación de solidos totales disueltos</i>	<i>53</i>
<i>Grafico 4 Determinación de oxígeno disuelto.....</i>	<i>54</i>
<i>Grafico 5 Determinación de DBO.....</i>	<i>55</i>
<i>Grafico 6 Determinación de DQO.....</i>	<i>56</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACION</i>	<i>69</i>
<i>Anexo 2 Métodos para el análisis de la calidad de agua.....</i>	<i>71</i>
<i>Anexo 3 Test de jarras en laboratorio de la universidad cesar vallejo.....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 4 Test de jarras</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 5 Sulfato de aluminio en liquido</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 6 Las muestras después del tratamiento con la goma de tara</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 7 Solidos que quedaron después del tratamiento</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 8 Toma de muestras en el dren 4000</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 9 Análisis de la turbidez</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 10 Análisis de pH en laboratorio de UCV</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 11 Goma de tara</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 12 Proceso de la obtención de goma de tara.....</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 13 Cronograma</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 14 Resultados de análisis físicos químicos dren 4000 EPSEL</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 15 resultados físico-químico laboratorio UCV</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 16 Mapa de ubicación</i>	<i>86</i>

RESUMEN

El vertimiento de aguas residuales es una de las problemáticas más relevantes de Lambayeque, el terminal pesquero ecomphisa, las alcoholeras, EPSEL vierten sus aguas sin ningún tipo de tratamiento al Dren 4000 en el distrito de Santa Rosa generando diferentes impactos negativos al ambiente y a la población que se encuentra alrededor del dren. El objetivo de esta investigación es determinar la dosis optima del coagulante natural *Caesalpinia spinosa* para mejorar la calidad de las aguas residuales del dren 4000.

El diseño de esta investigación es no experimental, descriptiva donde se realizó dos pruebas de jarras para encontrar la dosis optima de solución *Caesalpinia Spinosa* y analizar la eficiencia en cuanto a la remoción de contaminantes en las aguas residuales, la población son las aguas del Dren 4000 y la muestra fue de 8 litros de agua residual.

Los resultados obtenidos en la primera prueba de jarras fueron muy bajos, debido que las cantidades aplicadas de coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* eran muy bajas, en la segunda prueba de jarras existió cambio significativo en la mejora de calidad de agua, en la dosis n° 5 se obtuvo DBO 69.29%, DQO5 58.70%, SST 53.88% y la Turbidez 53.88%, por lo tanto se logró mejorar de calidad del agua residual

Palabras claves: coagulantes naturales, calidad de agua, dosis óptima, *Caesalpinia Spinosa*, agua residual.

ABSTRACT

The dumping of sewage is one of the most important issues of Lambayeque, the fishing terminal ecomphisa, alcohol, EPSEL pour their waters without any treatment to Dren 4000 in the district of Santa Rosa generating different negative impacts on the environment and population, which is around the drain. The objective of this research is to determine the optimal dose of the natural coagulant *Caesalpinia spinosa* to improve the quality of the wastewater of the drem 4000.

The design of this research is non-experimental, descriptive where two pitcher tests were carried out to find the optimum dose of *Caesalpinia Spinosa* solution and analyze the efficiency in terms of the removal of pollutants in the wastewater, the population is the waters of the Dren 4000 and the sample was 8 liters of wastewater.

The results obtained in the first test of jars were very low, because the applied amounts of natural coagulant *Caesalpinia Spinosa* were very low, in the second test of jars there was a significant change in the improvement of water quality, in the dose n ° 5 BOD 69.29%, COD5 58.70%, SST 53.88% and Turbidity 53.88% were obtained, therefore it was possible to improve the quality of the wastewater

Keywords: natural coagulants, water quality, optimal dose, *Caesalpinia Spinosa*, residual water.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales son aquellas cuyas propiedades han sido modificadas por diferentes actividades humanas. Existen dos tipos de aguas residuales: industrial y municipal. En diversos casos el agua residual de tipo industrial necesita de un tratamiento previo antes de ser vertidas; como las propiedades de dichas aguas residuales cambian dependiendo del tipo de industria, y los procedimientos de tratamiento son diferentes. (OEFA, 2014).

Las descargas de aguas residuales del terminal pesquero ecomphisa, EPSEL, alcoholeras son los principales causantes de los diferentes impactos que se genera en el distrito de santa rosa principalmente el dren 4000, que desemboca en el océano pacifico creando una inestabilidad en el ecosistema acuático.

La presente investigación se centra en el tratamiento primario de las aguas residuales que abarca la coagulación- floculación y sedimentación cuya finalidad es la reducción o eliminación de contaminantes logrando optimizar la calidad de las aguas residuales y poder ser vertidas a cuerpos naturales disminuyendo los impactos negativos. Existen diferentes tipos de coagulantes naturales que no generan daño al ambiente ni a la salud y son económicos. La aplicación de *Caesalpinia Spinosa* como coagulante ayudara a reducir los contaminantes que afectan la calidad del agua.

Ante esta problemática que se vive el dren 4000 se plantea como objetivo determinar cuál es la dosis óptima de coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* para mejorar la calidad de las aguas residuales. Se aplicó diferentes dosis de coagulante natural y se realizó la prueba de jarras con las aguas del dren 4000 la primera prueba se realizó siguiendo los diferentes estudios de coagulante natural que se encontró comprobando que la aplicación de *Caesalpinia Spinosa* si logra reducir los contaminantes que altera la calidad de las aguas. Logrando disminuir los impactos negativos al ambiente y mejorando la calidad de vida de la población del distrito de santa rosa.

1.1. Realidad Problemática

Ruivo, (1971) La gran aportación de los efluentes de ríos como vías de acceso de sustancias tóxicas al mar se trató por 1^{era} vez en Roma 1970, en conferencia técnica de la FAO referente a “CONTAMINACIÓN MARINA Y SUS EFECTOS EN LOS RECURSOS VIVOS”. Llegando a establecer que la contaminación que llega al mar es por medio de los ríos causando daños significativos al ecosistema marino.

Naciones Unidas, (2002). Alrededor de 52 cuencas hidrográficas están implicadas con la contaminación de agua en el PERÚ, y son atribuidas a los residuos líquidos industriales y municipales en las zonas costeras. Los más resaltantes son: EL RÍO RIMAC, TUMBES, LACRAMARCA, PISCO, MOCHE Y TAMBO, que reciben descargas de aguas residuales industriales y domésticas. Los ríos ILO, LOCUMBA Y SAMA, captan contaminantes de la minería, agricultura y aguas domésticas. Las cuales producen grandes efectos en las zonas de la costa.

(Flores, Carlos 2014) Se llama aguas residuales (servidas) a las aguas que son el resultado de actividades industriales y domésticas, también se les denomina aguas residuales aquellas aguas que contienen sustancias fecales, porque han sido utilizadas y forman parte de aguas negras cuyo color se le atribuye al gran contenido de desechos orgánicos, sanitarios, etc.

En la actualidad el tratamiento de aguas residuales se aplica en distintos sectores nacionales y regionales logrando disminuir los impactos generados por el vertimiento de aguas residuales. Este panorama es muy importante para disminuir la contaminación del agua.

El distrito de Santa Rosa fue creado el 2 de agosto de 1920 en el departamento de Lambayeque, gran parte de su población se dedica a la pesca artesanal, que tiene influencia en el I Dren 4 000, que desemboca al Océano Pacífico.

La población que se encuentra cercana al dren 4000 tiene consigo uno de los problemas ambientales más relevantes de Lambayeque, teniendo como principales causantes las alcoholeras, EPSEL, los camales y el terminal pesquero Ecomphisa quienes vierten sus aguas residuales al efluente del Dren.

Muchos de estos no cuentan con servicios de tratamiento de aguas. Convirtiéndolos en un foco de enfermedades, malos olores, presencia de vectores y contaminación del agua que desembocando en el mar produciendo una inestabilidad en el ecosistema acuático. De seguir con esta situación los impactos serán más significativos corriendo el riesgo que todo el ecosistema desaparezca y perdiendo gran parte de la diversidad de especies marinas existentes en el mar, la población también será afectada por que gran parte de su población se dedica a la pesca y comercialización no tendrán ingresos económicos ni alimento.

Es por ese motivo que estas aguas requieren de un tratamiento primario como es la coagulación, existen coagulantes naturales cuyo propósito es mejorar de la calidad de las aguas residuales logrando minimizar los contaminantes presentes en dichas aguas. Estos coagulantes naturales son una alternativa nueva y económica que no causa daño al ambiente ni a la salud.

En este proyecto se propuso utilizar coagulantes naturales para tratar aguas residuales y disminuir significativamente los impactos negativos y los problemas ambientales generados por el vertimiento de dichas aguas salvaguardando el hábitat de muchas especies logrando mejorar la calidad de vida de la población de Santa Rosa.

1.2 Trabajos previos

A nivel nacional encontramos diferentes trabajos relacionados con tratamientos de agua y el uso de coagulantes naturales entre ellos tenemos:

BRAVO, MILGAROS, [et al.], (2016) señala que el Perú es uno de los países que cuenta con grandes reservas de agua dulce, este líquido elemento es indispensable para el hombre. Sin embargo al contaminarse con otras sustancias puede traer consecuencias en los seres humanos. Los tratamientos de agua es mínimo en el sector rural, que en el sector urbano. Déficit de agua segura y limpia es el principal causal de muchas enfermedades.

El diseño de la siguiente investigación es experimental, factorial 2^k (screening) donde se tomó 3 factores primordiales: la concentración, la velocidad de agitación lenta y la velocidad de agitación rápida, las variables fueron: turbiedad, DBO_5 , DBO y SST.

Los resultados más relevantes en el uso de la solución de goma de tara en porcentajes de remoción de SST, DBO₅ y DQO, fueron al emplear 300 ppm (mayor concentración de goma de C. Spinosa), en la fase de coagulación la velocidad de agitación rápida es de 300 rpm y en el proceso de floculación 45 rpm la velocidad de agitación lenta. Obteniendo una eficiencia de remoción de SST (17.07%, de 41mg/L a 34 mg/L), Demanda Bioquímica Oxígeno 5 (43.52%; a partir de 455 mg/L a 257mg/L) y DBO (38%; de 821mg/L a 509 mg/L).

QUISPE, Gina, (2012) nos dice que el agua es un elemento importante para la humanidad, no existe agua pura en el planeta un ejemplo el agua de lluvia, cuando se pone en contacto con el aire absorbe diferentes contaminantes, donde la calidad del H₂O no es estable. La ciudad de Tacna tiene como fuente principal de agua la cuenca del río Caplina y el sistema Uchusuma, para el tratamiento de sus aguas utilizan químicos sintéticos importados.

El diseño de la investigación es experimental y se aplicó con bloques al azar, con repeticiones, tiene dos tipos de variación que contribuye a la variancia que se puede aplicar a la comparación entre las medias de los tratamientos.

Los resultados más sobresalientes fueron con el mucílago fresco y la eficiencia de remoción de la turbiedad fue a 1 000 NTU, alcanzándose el 95,39% de remoción, la turbiedad de 500 NTU logro 92,36% de remoción; en las demás muestras de turbiedad fue menor la remoción.

AGUILAR, Edwar, (2012) Señala que el Perú es uno de los países productores y exportadores de grandes cantidades goma de tara, su uso es para el sector alimentario y otras industrias, es por ese motivo que se debe estudiar el grado de efectividad cuanto a tratamiento de aguas.

En esta investigación se realizó un análisis de la eficiencia de la goma de tara, porque favorece la formación de los flóculos y por ende una óptima sedimentación. Además, nos permite disminuir la utilización de Al₂(SO₄)₃ que es el coagulante químico más utilizado en los tratamientos de aguas. También se realizó la técnica de jarras para encontrar la dosis óptima de solución de tara.

Se obtuvo como resultado la remoción de turbidez con la aplicación de la goma de tara como ayudante de floculación y esto se refleja en los siguientes resultados: Aplicando solo el sulfato de aluminio se tuvo una turbidez de 3.4 UNT y con la solución de goma de tara 1.9 UNT en caso del agua TIPO I =390 UNT, mientras que el agua de TIPO II =25 UNT con el sulfato de aluminio 2.5 UNT y aplicando la goma de tara se obtuvo 1.7 UNT de turbiedad.

A nivel internacional la información sobre coagulantes naturales es muy variada entre ellos tenemos:

MARTÍNEZ, Jasser, [et al.], (2012) dice que escasez de agua motiva a la búsqueda de nuevos métodos y tratamientos de aguas. Porque gran parte de la población a nivel mundial utiliza agua para consumo humano que, no cumple con los estándares de calidad. Es por ese motivo que estas aguas deben ser tratadas para remover las impurezas.

Este proyecto se desarrolló en 4 meses la investigación es de tipo experimental cuantitativa, es decir que se va a relacionar los resultados con la dosis de coagulante en cuanto a pH, Tiempo, Velocidad de Agitación, T° y Volumen, sobre la turbidez y el color de las muestras.

El diseño es factorial multinivel utilizando los datos que se adquirió en la técnica de jarras, la cual se realizó en el Software de análisis de datos estadístico y gráfico Statgraphics Centurion XV, que utilizo 3.2 L de agua por ensayo.

Los resultados más relevantes permitió constituir, que en el medio de prueba durante la técnica de jarra, el coagulante natural logro una eficacia favorable (84.52%), logró un buen porcentaje de remoción en cuanto turbiedad (85.76%) y en el color (57.14%) en dichas aguas residuales.

OLIVERO, Enrique, [et al.], (2014) nos dice que para la depuración del agua se emplean coagulantes sintéticos como el Sulfato de Aluminio para la remoción de materia coloidal y componentes orgánicos, optimizando la características del agua. Sin embargo este tipo de tratamiento trae consigo altas concentraciones de aluminio residual en el agua, siendo necesario la utilización de nuevos coagulantes, que no dañen al ambiente y poder sustituirlos.

En este trabajo de investigación se llevó a cabo en la PTAR Alonso de Ojeda que se ubica al noroeste de la ciudad de Maracaibo. Se obtuvo la información de los valores de turbidez, color, alcalinidad y pH con mayor frecuencia de repetición diaria (moda). Esta base de datos se investigó para evaluar los valores de turbidez de las aguas tratadas en la planta. Los parámetros medidos fueron turbidez y pH.

Se estudió el efecto que tienen las propiedades del coagulante (sulfato de aluminio y mucílago de nopal), dosis del coagulante fueron de (35 mg/L y 40 mg/L) y su velocidad de agitación (100 revoluciones por minuto y 200 revoluciones por minuto) sobre la variable independiente que es la turbiedad. El resultado es que la velocidad de agitación y el tipo de coagulante favorecen la mejora de las características del agua.

SANDOVAL, Martha, [et al.], (2013) señala que el mundo el problema más relevantes, es la disponibilidad de agua. Haciendo que cada día busquemos soluciones, una alternativa es los coagulantes naturales que no son dañinas ni generan residuos.

En el siguiente estudio se va a comparar eficacia de coagulación con 3 de soluciones elaboradas de las semillas moringa y Sulfato de Aluminio a través del TEST DE JARRAS. Se comienza por la cantidad óptima de Sulfato de Aluminio para comparar la eficacia de remoción con la moringa oleífera y la influencia de esta en los parámetros del agua. Se tomó la muestra del Río Samaria que se ubica en Nacajuca, Tabasco, México. Se trabajó con un diseño al azar para el estudio de Varianza y experimentar la igualdad de Medias con los 4 tratamientos.

En los resultados más notables, el tratamiento de H₂O con Al₂ (SO₄)₃ dio los resultados más elevados en cuanto a eliminación de turbidez (95.60%) y en el Color (98.32%), el tratamiento con Moringa en Cloruro de Sodio. Los tratamientos con moringa no alteraron las características químicas del H₂O. En cuanto a la eficacia de la turbiedad con Cloruro de Sodio fue alta (92.03%).

JIMÉNEZ, Joaquín, [et al.], (2012) señala que en la Gran Área Metropolitana (GAM) en Costa Rica la búsqueda de agua para consumo humano ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas. El problema más importante en el agua de este río es su baja turbidez y alcalinidad, además de

una alta saturación de oxígeno disuelto, que provoca que el cuerpo de agua libere un gas con el aumento de la temperatura.

El estudio evaluó la eficacia del nopal para la remoción del color en el H₂O de río y en el H₂O potable. Comparando la capacidad del coagulante Al₂(SO₄)₃ con el floculante Catiónico.

Se tuvo un alto porcentaje de remoción en cuanto a Color de un 94% en H₂O potable, utilizando (45 mg/L) de tratamiento Único, menos que el tratamiento Convencional (20 mg/L sulfato de aluminio y 2 mg/L del floculante Catiónico) presentando una eliminación del 89%. En cuanto al H₂O tratada con nopal obtuvo una demanda química de oxígeno residual (21 mg/L). En el tratamiento de H₂O potable, el nopal como floculante mostró una eliminación de Color del 92% y una demanda química de oxígeno residual de 31,5 mg/l utilizando 22,5 mg/L y 7 mg/L de Sulfato De Aluminio

EMAN, Ali, [et al.], (2009) Los tratamientos de agua son muy costosos y la calidad del agua nos es segura esto debido a la presencia de materia coloidal ocasionada por la tormentas en malasia en las épocas de lluvia. Esto hace que la turbidez aumente y que se utilice productos químicos ocasionando que la población consuma agua son tratar.

Esta investigación se concentra en las semillas de Moringa oleífera para hallar los componentes activos que son responsables del proceso de coagulación. Se utilizó en las prueba de jarras para medir el proceso de coagulación, Turbidímetro para medir la turbidez las muestras de agua del río (turbiedad baja, media y alta de Sungai Pusu)

La Moringa oleífera ayudo a la minimización de la turbidez del 95,5% 98,5% y 99,3% para las agua de los ríos con baja, media y alta turbidez, Los resultados expresaron que al añadir la dosis de coagulante redujo el volumen de lodo. La turbidez residual de todas las muestras fue menor a 5NTU, que es el estándar de calidad del agua establecida por la OMS para el agua potable.

TASNEEMBANO, Kazi, [et al.], (2013) señala que en la industria del curtido, es una de las más antiguas que es muy compleja y sus aguas residuales se caracteriza por una alta DBO, COD, sólidos en suspensión, sólidos

sedimentables, sulfuro, cloruro y cromo. Sus aguas residuales no cuentan con ningún tipo de tratamiento y son vertidas directamente al agua o en las tierras abiertas produciendo daños al ambiente.

En este estudio se utilizó los coagulantes naturales; el Cicer arietinum, Moringa oleífera y Cactus para poder reducir turbidez y DQO de estas aguas residuales de curtiembres. Los ensayos que se realizaron, utilizando dichas aguas y utilizando la técnica de jarras convencional. Donde se determina la dosis óptima y el pH óptimo.

Los resultados más sobresalientes, en relación a la reducción de la turbidez con cactus fueron de 81,20%, 82,02% y 78,54%, y en cuanto a la minimización máxima en COD es del 90%, 83,33% y 75%, respectivamente. En cuanto a los coagulantes naturales, Moringa oleífera y Cicer aretinumsu reducción máxima de la turbiedad del 82,02% y una reducción de la DQO del 90% respectivamente.

1.3 Teorías Relacionadas Al Tema

1.3.1 Dosis de Coagulante

CERÓN, Alexandra, (2016) El test de jarras es la técnica que se utiliza para encontrar la dosis de coagulantes, floculantes, etc. para consumo humano. Donde se simula el tratamiento primario en laboratorio. Y tiene los siguientes indicadores:

- pH.
- T°.
- Concentración de coagulante.
- Grado de agitación.
- Tiempo de sedimentación.

a. El pH

Cumple un rol primordial en cuanto a los procesos de Coagulación y Floculación.

b. La temperatura

Interviene en la eficiencia de coagulación y la formación de los flocs. Si la T° de H₂O se reduce, se debe aumentar la cantidad de coagulantes con la finalidad de formar flocs aptos.

c. El tiempo de mezclado

El coagulante durante el tratamiento del agua tiene que ser el necesario para que se propague con mucha rapidez. En el proceso de coagulación el tiempo excepcionalmente corto (es decir menos de 1s.), el uso óptimo de coagulante requiere que sea neutral en su totalidad previamente a que una fracción del coagulante se haya precipitado.

IZQUIERDO, Mauricio, (2015) el test de jarras es una técnica utilizada frecuentemente el laboratorio con la finalidad de encontrar el medio óptimo para la potabilización de H₂O y tratamiento de H₂O residual. Permitiendo variar las dosis de coagulante cambiando las velocidades de mezcla a nivel de laboratorio simulando el proceso a gran escala.

1.3.2 Calidad Del Agua

PÉREZ, Arturo, (2012) nos dice que la calidad del H₂O se usa para determinar las propiedades químicas, físicas y biológicas empleando métodos que permita medir la aceptación de cualquier H₂O, los beneficiarios pueden aceptar o rechazar la calidad de un agua sin tratar y, si esta no es buena calidad se debe diseñar una PETAR y lograr aguas de buena calidad. Por lo tanto La terminología "calidad" debe tener en cuenta las actividades que tiene agua. Se clasifican en aguas de baja calidad, media o buena. El autor considera las siguientes dimensiones e indicadores:

La calidad del H₂O está definida con base de los siguientes parámetros:

1. Parámetros Físicas
 - Turbidez
 - Color
 - Olor y Sabor
 - T°
2. Parámetros químicos
 - pH

- Alcalinidad
 - Dureza
3. Parámetros biológicos
- Echerichiacoli
 - Coliformes totales

ROMERO, Alberto, (2005) señala que en el mundo la utilización del agua es para consumo es decir agua potable, sin embargo existen diferentes actividades que deben cumplir con los estándares de calidad y que deben contar con tratamiento de agua.

En todos los países se normaliza la CALIDAD DEL AGUA destina para agua potable, implantando y cumpliendo con la normatividad de calidad de H₂O.

Las exigencias en cuanto a calidad de agua potable se observa el gran avance en cuanto a los parámetros máximos permisibles que son reguladas por las entidades competentes. Recurriendo a las nuevas alternativas de tratamientos para alcanzar los estándares de calidad.

El autor menciona las siguientes dimensiones y sus indicadores:

a) Parámetros físicos

- Turbiedad
- Color
- Olor y sabor
- Temperatura.
- Sólidos: se dividen en
 - i. Sólidos totales
 - ii. Sólidos disueltos
 - iii. Sólidos suspendidos
- Conductividad

b) Parámetros químicos

- Alcalinidad
- Dureza
- Cloruros
- DBO

- DQO

c) Parámetros microbiológicos

- Coliformes

QUISPE, Gina, (2012) señala que la expresión calidad es referente, a su estructura, en relación en la que se encuentre afectada por contaminantes que son derivadas de diferentes actividades humanas y de procesos de forma natural; es decir es una expresión objetiva que no debe ser catalogada como buena o mala sin saber los usos que se les da como por ejemplo: uso agrícola, agropecuario, de consumo humano, industrial.

En el Perú, las normas de evaluación que se emplean son de (Organización Mundial de la Salud), Ministerio de agricultura y del INTINTEC. En forma optativa, las de la comunidad optativa, las de la comunidad europea (CE). Los límites permisibles de las sustancias comprendidas en las aguas son normados por la (OMS), (Organización Panamericana Salud) y por los gobiernos nacionales; logrando modificar levemente unos de otros. El autor considera a los parámetros como dimensiones e indicadores señalando lo siguiente: para medir la calidad del agua los parámetros requeridos son: Oxígeno disuelto, pH, Sólidos en suspensión, Demanda Bioquímica Oxígeno, Fósforos, Nitratos, etc.

Para describir la calidad del H₂O se debe saber que es una palabra relativa porque está referida a como está compuesta el agua, en referencia en la que se encuentra modificada por elementos que son causados por procesos naturales (la descomposición de MO, entre otros), y de procesos humanos (descargas de aguas residuales).

BRAVO, milagros, [et al.], (2016) señala que la calidad del H₂O se define a través de las siguientes dimensiones e indicadores:

- **Características físicas:** Color, Olor, T°, Sólidos, turbidez, etc.
- **Características químicos:** La DBO₅, el pH, Nitrógeno en forma Orgánica, Amoniac, Nitritos, Nitratos y Fosforo.
- **Características biológicas:** Coliformes Fecales, Patógenos y virus.

Organización Mundial de la Salud, (2006) señala que la Normatividad para H₂O potable es diferente para cada país o región. No existe un método único que se aplique a nivel internacional. Para elaborar y aplicar la normatividad, se debe

tener en cuenta la legislación vigente y en proyecto en relación al H₂O, la Salud y a los gobiernos locales, y la evaluación de la capacidad para llevar a cabo la aplicación del reglamento para cada país. Las técnicas que funcionan para un país no precisamente se pueden aplicar a otro país.

Los problemas de salud en general se le atribuyen de forma directa con el agua y se debe a la presencia de microorganismos patagones. Sin embargo, coexiste un gran porcentaje de enfermedades graves como resultado de la contaminación por químicos.

La OMS clasifica a la calidad de agua en las siguientes dimensiones y sus indicadores:

- **Aspectos microbiológicos:**

En conocimientos frecuentes, los peligros microbianos son procedentes de consumo de H₂O contaminada con excretas. Las excretas son fuente de patógenos.

- **Aspectos químicos**

Los peligros para la salud son asociadas a la composición química del H₂O para consumo son diferentes a los de la contaminación, esto se debe primordialmente al efecto de la composición química para causar efectos adversos a la salud después de etapas de exposición prolongadas.

AGUILAR, Alonso. [et al.]. Nos dice que para determinar la modificación de la calidad del H₂O se necesita medidas determinadas de una propiedades decir de los Metales Pesados, Compuestos orgánicos perjudiciales o de los microorganismos, en correlación con los usos previstos. La 1^{era} estimación de los medios del agua se refiere a las propiedades físicas y se consideran las siguientes dimensiones y sus indicadores:

- a) Sólidos
- b) Turbiedad
- c) Olor
- d) Temperatura
- e) Color
- f) pH.
- g) Alcalinidad.
- h) Conductividad.
- i) Dureza.

Existe diferentes características para analizar la MO que está en el H₂O, es decir la composición natural u orgánicos químicos (esquemáticos por el hombre). La composición orgánica natural contiene proteínas, carbohidratos y lípidos, y la medida de MO y su descomposición es la (DQO), la (DBO₅) la (DTO) y (COT). La propiedad biológica del agua tiene relación con las poblaciones microbianas acuáticas que afecta de forma directa la calidad del H₂O, al ser el principal causante de enfermedades patógenas. En un estudio de los riesgos habituales en el H₂O potable, que comprendió H₂O superficial y subterránea, y se pudo observar que estas aguas presentan con continuidad las características microbiológicas, en específico los coliformes fecales, que indican presencia fecal.

.1.4 Marco Conceptual

1.4.1 Coagulantes Naturales

MARTÍNEZ, Luis, [et al.], (2012) Es una nueva alternativa que tiene mucho potencial y que no se ha estudiado. Presentan un pequeño o nula toxicidad, en diversos casos son alimentos que contienen gran porcentaje de carbohidrato y proteína. En el grupo de elementos conocidos que tienen las características aglomerantes que se localizan en productos orgánicos de tipo vegetal. Y los podemos encontrar en semillas, talos de una diversidad de flora como por ejemplo: la moringa oleífera, el nopal, el maíz, etc. Que son eficaces para depurar aquellas aguas con una mínima turbiedad, así mismo es eficiente en vertimiento de agua industrial.

El polímero natural se produce de forma espontánea, por la reacción bioquímica que se produce en la fauna y flora. Que tienen una compleja organización química, por lo habitual están formados por diferentes tipologías de Polisacáridos y Proteínas. Unos contienen características de coagulación o floculación y en diferentes partes se utiliza de forma rutinaria por los indígenas para esclarecer el H₂O.

OJEDA, Fernanda, (2012) Los polímeros naturales han sido usados como auxiliares de floculación y filtración. En donde se produce la reacción bioquímica natural de los animales y plantas que contiene sustancia proteína, carbohidrato y polisacárido (almidón, glucósido). Los que han tendido mejor

rendimiento y tiene importancia para el uso de las PTARS: los componentes alginicos, los procedentes de *opuntia ficus*, del almidón y las semillas de algunas plantas.

Entre los coagulantes naturales tenemos: algas pardas, *opuntia ficus*, maíz papa, yuca, semillas de moringa y la tara.

Los componentes alginicos son obtenidos de las algas pardas, su eficiencia ha sido comprobada repetidas veces, y es más eficiente durante periodos de bajas temperaturas.

Los derivados de tuna o nopal, se extraen con relativa facilidad, se los ha probado en agua artificial y natural, dando como resultados iguales o mejores que los polímeros sintéticos.

Se ha comprobado que la semilla de *moringa oleífera* son efectivas como coagulantes y ayudantes de floculación, ya que actúa como el sulfato de aluminio, eliminando un elevado porcentaje de bacterias.

Se ha estudiado el exudado gomoso de *Samanea saman* como coagulante, demostrando la eficiencia de remociones de turbiedad y color entre 99.7% y 99.8%.

El almidón que está presente una extensa gama de posibilidad, se han realizado varios estudios en los almidones de yuca, maíz y mapa obteniendo grandes porcentajes de remociones de color y turbiedad. Mejorando la calidad del efluente e incrementando la velocidad de sedimentación.

GARCÍA, Beatriz, (2007) señala que los tratamientos de potabilización convencionales, busca clarificar el H₂O después de captarlas a través de procesos de tratamiento primario. En muchas, en lugares de bajos recursos poca información de alternativas para tratamientos, el uso de tecnologías para agua potable no es factible ni conveniente, esto se debe a costos que por lo general son altos en gestión, inversión y el mantenimiento que necesitan.

Los coagulantes naturales son elementos solubles en el H₂O, que provienen de la materia prima de vegetales o animales que trabajan de forma similar a los coagulantes sintetizados, acopiando las partículas que están suspendidas y que tienen estas aguas sin tratar, logrando que estas sedimenten y

minimizando la turbiedad preliminar de estas. Ciertos coagulantes tienen características antimicrobianas, que minimizan o eliminan los microorganismos patógenos que producen enfermedades.

Su origen natural, certifica la inocuidad para la humanidad, y la degradación biológica de sus sedimentos procedentes, permiten su uso en el sector agrícola. Sus aplicaciones, no solo se deben emplear en naciones en vías de progreso, también se podría trabajar con aguas residuales y la potabilización convencional.

En el año de 1988, Jahn informó sobre los coagulantes naturales las cuales en su mayoría provienen de los vegetales, publicando un inventario que tradicionalmente se usaban en África subsahariana, la India y América del Sur. Por ejemplo tenemos: la semilla de Almendra, Albaricoque, Melocotón, Opuntia, Nueces, Habas, Guar y Moringa etc. Muchos de estos han sido analizados con más exactitud, obteniendo buenos resultados en correlación al proceso de coagulación. En breve, se exponen las diferentes variedades de coagulantes naturales analizados hoy en día.

- *Strychnos potatorum*
- *Moringa Oleifera*
- Mandioca
- Arroz
- Almidón
- Cactus Latifaria y Prosopisjuliflora
- Taninos de Valonia
- Tamarindo
- Samanea saman
- Algas marinas
- Alubia blanca
- Cactus
- Maíz dulce

BRAVO, Mónica, (2015) son una fuente solución con potencial, porque son biodegradables y no producen consecuencias al ambiente como el coagulante inorgánico y polímero sintético. Muchos de ellos son vegetales, con

componentes de coagulación, es decir contienen carbohidratos, taninos y proteínas. En muchos casos las variedades de plantas que han sido analizadas son sus semillas como las de maíz y Nirmali, *Jatropha curcas*, el frijol común, *Cassia obtusifolia*, etc. la semilla que ha logrado grandes resultados es las semillas de *Moringa oleífera* que por su composición de proteínas catiónicas con pesos moleculares diferentes, y con por tener propiedad antimicrobiana.

1.4.2 TARA O *Caesalpinia Spinosa*

DOSTER, Nicolás, [et al.], (2009) Pertenece al género *Caesalpinia* L, a la familia *Caesalpinaceae* y se distribuye en bosques, semidesiertos. Incluyendo a 150 variedades de las cuales 40 de estas se encuentran en América del sur.

En la actualidad se consideran a 2 sub géneros: *Caesalpinia* L. las cuales se encuentran en África, Asia y América. Se caracterizan por su fruto no alado y subgénero: *Mezoneuron* (Desf.) Vidal ex Herendeen & Zarucchi, estas variedades se encuentran distribuidas en el Viejo Mundo y con frutos alados. La especie de género *Caesalpinia* es un árbol, arbusto o hierba perenne, algunas de estas son enredaderas, sus hojas son pari o imparipinnadas; la mayoría son espinosas o inermes.

OLIVA, MOISÉS, [et al.], (2010) La Taya (*Caesalpinia spinosa*) o Tara, como comúnmente se le conoce es una legumbre que se produce en diferentes partes del país, que se desarrolla entre 800 y 2,900 m.s.n.m., en las regiones de Arequipa, Cajamarca, La Libertad, Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Ancash y Huánuco.

Pertenece a la familia: *Caesalpinaceae* (*Leguminosae*: *Caesalpinoideae*). Es un Árbol y arbusto de hoja alterna simple o irregular, habitualmente tiene cinco sépalos, cinco pétalos unidos en la base, su fruto habitualmente en semilla. Tiene 150-180 variedades y más de 2200 géneros pantropicales y subtropicales.

1.4.3 Goma De Tara

OLIVA, MOISÉS, [et al.], (2010). La Goma de Tara se utiliza como espesante y estabilizante en el sector alimentario. Cuando mezclan la goma con otras como Guar o Locuston utilizada para aumentar las propiedades como estabilizador y emulsificador. Sin embargo la goma no ayuda a la esencia o sabor del

alimento, es de mucha apoyo para su aceptabilidad; optimando la contextura y estabilidad.

Tiene los siguientes usos:

- Producción de aceite.
- Goma (estabilidad para el helado, la mayonesa, la mostaza, embutido, sopa, yogurt)
- Comida de bebe y mascota.
- Harina Proteica jabón, y esmalte.
- Fabricación del papel.
- Fabricación de pintura y bernice.
- Producción textil

Las características primordiales son seis:

- Espesante.
- Gelificante.
- Estabilizador.
- Termoestable (resiste a la congelación).
- Estable a un pH más de 3.5
- Agente de conservación de H₂O agua.
- Factible a temperaturas bajas.
- No cambia sabor.

AGUILAR, Edwar, (2010) La goma de taya se consigue del triturado del endospermo de la semilla de *Caesalpinia spinosa* (Familia de Leguminosae). La legumbre es producida para comercializarse en Perú para el consumo. El cultivo es acerca de tres a cuatro años. El arbusto de taya es una leguminosa tiene una vaina, que fija N.

Es una goma natural que se utiliza como espesante, es un carbohidrato polimerizado que se puede consumir, ventajoso para espesar el agua y sustancia de adhesión y lijadora de H con zonas minerales y celulósicas.

Galactomanano es un biopolímero de tipo polisacárido cuya estructura está formada por un esqueleto de manosa con ramificaciones formadas por unidades de galactosa.

a) Especificaciones Técnicas

Se obtiene de la semilla de (*Caesalpinia spinosa*) su color es blanco a crema claro, contiene menos de dos % de cenizas y menos de 15 % de humedad.

Sus propiedades son:

- Es un polisacárido
- Hidrocoloide
- Tiene elevado peso molecular
- Está constituida por unidades de galactosa y manosa que se encuentran combinadas por enlaces glicosídicos (galactomanos).

b) Procesamiento

El proceso para la comercialización de la goma de taya, se usa una diversidad de tecnologías para retirar eficientemente el endospermo de la cáscara y del germen. La cáscara, embrión y el endospermo se retiran por medio de la fase térmico-mecánica usando una pulverización diferencial porque tiene diferencia de la dureza de cada elemento.

c) Usos

La goma se utiliza especialmente como espesante de medios acuosos y intervenir el movimiento de material disperso o disuelto.

Se utiliza para:

- Producción de lácteos
- Repostería
- Alimento para dieta
- Salsas
- Cereal
- Bebida
- Productos Cárnicos

1.4.4 Agua Residual

OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, nos dice que para poder entender la definición de aguas residuales primero debemos saber la definición de H₂O; es un compuesto integrado por dos moléculas de H y una molécula de O. Sin embargo, El agua de nuestra vida cotidiana contiene un alto índice de impurezas. Estas sustancias, hacen que el agua ya no sea "pura", y pueden considerarse aguas contaminadas.

Las aguas residuales se pueden especificar como el agua sin tratar de una comunidad. Contienen sustancias que obtuvo el agua por las actividades humanas. La palabra "aguas residuales" se maneja a menudo para describir a las aguas que se utiliza para las actividades domésticas.

A. Fuentes de agua

El agua residual proviene de diferentes fuentes por ejemplo; viviendas, negocios y fábricas. Además las Agua de lluvias, el agua superficial y el agua subterránea pueden ingresar y adicionar al volumen de las aguas residuales. La fuente del H₂O residual establecerá sus propiedades y cómo debe ser tratada. Por ejemplo, las aguas de los casas y las empresas se denominan (aguas residuales domésticas) y tienen contaminantes como; material fecal y vegetal, grasas, detergentes y sedimentos (materia orgánica). Por otro lado, las aguas residuales que son de un proceso industrial contiene: químicos tóxicos y metales, residuos orgánicos fuertes, desechos radioactivos, grandes sedimentos, residuos con alta temperatura o residuos ácidos / cáusticos. Durante las lluvias las aguas pueden arrastrar aceite de motor, gasolina, pesticidas, herbicidas y sedimentos.

B. Tipos De Descargas De Residuos

La finalidad de los tratamientos de las aguas residuales es prevenir la contaminación y los problemas que genera en las aguas receptoras. La contaminación puede puntualizarse como la disminución de la calidad del H₂O es decir que el agua ya no es apta para diferentes actividades o usos: (consumo humano, hábitat de los peces, riego, recreación, etc.). El grado de contaminación tiene relación con el tipo de agua de descargada.

Las aguas descargas se diferencian por el tipo de residuos pueden colocarse en las siguientes categorías: residuos orgánicos y residuos inorgánicos.

- Residuos orgánicos son sustancias que contienen elementos como el carbono. Por ejemplo son: materia vegetal y fecal, grasa, proteínas, azúcares y papel.
- Residuos inorgánicos son a sustancias que no contienen carbono. Y tenemos: metales, minerales, sales, ácidos y bases.

Blázquez, Pamela, [et al.](2010). El agua residual puntualiza como aquellas aguas que proceden de los sistemas de suministro de H₂O de una localidad, posteriormente de haber sido usadas y transformadas por diferentes actividades.

Las aguas residuales son el resultado de la mezcla de líquidos y RR SS que son arrastrados por el H₂O proveniente de las viviendas, tiendas comerciales entre otros, también se incluye los residuos industriales y de actividad agrícola, también se incluye el H₂O agua subterránea, superficial o de precipitaciones que son parte de las aguas residuales.

Se clasifican de la siguiente manera:

- **Doméstico:** son producto de actividades de higiene personal (las aguas que se utiliza en el baño, cocina, lavandería, etc.). Radican primordialmente en el residuo generado por el ser humano que van al sistema de alcantarillado.
- **Industrial:** es aquel líquido que es producido en los procesos industriales. Tienen propiedades determinadas, las cuales dependen del tipo de industria.
- **Precipitaciones:** es el agua de las precipitaciones, que cae en gran cantidad al suelo. Una parte esta H₂O se drena y otra filtra por la superficie, trayendo consigo arena, tierra, hojas, etc. que están en el suelo.

1.4.5 Coagulación, Floculación y Sedimentación

1. Coagulación

AGUILAR, Edwar, (2010) es una fase desestabilización química de las partículas coloidales que es producida cuando se neutralizan las fuerzas que las conservan separadas, cuando se le adiciona el coagulante y se aplica energía en la mezcla. La finalidad de la coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales que están suspendidas, y poder ayudar a la aglomeración. La coagulación no solo reduce la turbidez y la concentración de la materia orgánica.

BRAVO, Milagros, [et al.]. (2016). Se llama coagulación a la fase dónde se desestabiliza las partículas suspendidas, para reducir la fuerza de separación entre estas, y esto se debe a las diferentes reacciones que se producen al adicionar químicos al agua la cual en fracciones de tiempo, ser capaz de neutralizar las partículas coloidales electronegativas, que se encuentran en el agua a tratar, y constituir un precipitado.

La coagulación es una fase habitual en los tratamientos de aguas aplicada para desestabilizar partículas coloidales y disueltas, causando aglomeración de flócs con gran tamaño y que estas consigan ser movidas, por las fases de filtración/ y clarificación.

BOURKE, Noel, [et al.]. (2002). La palabra coagulación se refiere al efecto que se tiene cuando se adicionan ciertos productos químicos a aguas crudas que contiene una sedimentación lenta o partículas no removibles. Cuyo objetivo es hidrolizar y neutralizar la carga eléctrica en las partículas coloidales, y comienzan a formar aglomeraciones que son denominadas floc. La cual puede ser eliminado por el proceso de clarificación y filtración.

- **Descripción Del Proceso**

Al mezclarse la sustancia química el coagulante y el agua a tratar, se les denomina frecuentemente mezcla flash. Y su principal objetivo es el de mezclar rápidamente e equivalentemente y distribuir el producto químico en todo el agua. Todo el proceso se origina en muy poco tiempo, y los primeros resultados es la formación de las partículas muy pequeñas llamadas floc, o denominadas 'microfloc'.

2. Flocculación

AGUILAR, Edwar, (2010) La floculación es la fase que continúa a la coagulación y que radica en el movimiento de la masa coagulada y que facilita el desarrollo y aglomeración de los flócs que se formaron recientemente con la propósito de agrandar su tamaño y peso que se necesita para sedimentarse fácilmente.

Estos flócs originalmente son pequeños, que al agruparse forman grandes aglomeraciones capaces de sedimentarse.

BOURKE, Noel, [et al.]. (2002). Es un proceso de agua que origina la reunión de las partículas pequeñas de floc (microflocs) y estas son originadas por la coagulación y las aglomera en masas más grandes, y se eliminan por el proceso de clarificación.

- **Descripción Del Proceso**

Este proceso de la floculación facilita las condiciones de contacto entre partículas para originar que se reúnan en flóculos y poder facilitar su eliminación, especialmente por clarificación y finalmente por filtración.

El contacto o colisión entre partículas, es el resultado de una suave agitación realizada por una u otros medios de mezcla, a una velocidad más lenta que la velocidad de la composición en la fase coagulación.

3. Sedimentación

AGUILAR, Edwar, (2010) el proceso de decantación consiste en la separación por efecto gravitacional de las partículas que están suspendidas en el H₂O. Las partículas tienen que poseer un peso determinado superior a la del fluido.

La eliminación de partículas suspendidas en el H₂O se logra por los procesos de sedimentación o filtración. De allí que ambas fases son consideradas como complementarias.

En la fase de sedimentación su finalidad es remover las partículas más pesadas. Y la fase de filtración remueve las partículas con una densidad parecida a la del H₂O o que hayan sido resuspendidas y que no fueron removidas por la fase preliminar.

1.5 Formulación Del Problema

¿Cuál es la dosis más eficiente del coagulante natural *Caesalpinia spinosa* para mejorar la calidad de las aguas residuales?

1.6 Justificación Del Estudio

La ley de recursos hídricos N° 29338 señala que: Está prohibido el vertimiento de elementos contaminantes y residuos en el H₂O y en los recursos relacionados a ésta, que representen impactos relevantes. Según sus criterios de peligrosidad, persistencia o bioacumulación.

Las aguas residuales que no son tratadas representan una de las problemáticas más relevantes de los últimos años, este panorama se vive en el drem 4000, pasando desapercibido las consecuencias que puede traer consigo como: las enfermedades, presencia de vectores, impactos negativos a los ecosistemas naturales. En vista de la urgencia de mitigar dichos problemas ambientales.

La presente investigación se enfocó en la aplicación de coagulante natural *Caesalpinia spinosa* (tara), para optimizar la calidad del H₂O disminuyendo los contaminantes y las consecuencias que puede causar. Cuyo propósito es la eliminación o disminución de contaminantes, recuperando la estabilidad del ecosistema acuático. También se pretende incentivar la investigación y la utilización de coagulantes naturales ya que este tipo de plantas poseemos en la región Lambayeque; teniendo como ventajas que son económicos no generan ningún impacto al ambiente y no son dañinas para la salud.

Permitiendo mostrar la disminución de los efectos de vertimientos de aguas residuales a cuerpos naturales, además de ofrecer una mirada integral sobre el daño ambiental.

La importancia de esta investigación desde el punto teórico es, la gran aportación de información sobre el tratamiento primario de aguas y el uso de coagulantes naturales para optimizar la calidad de agua y mejorando la calidad de vida de la población y asegurar el armonía de los medios acuáticos en el mar de santa rosa.

1.7 Hipótesis

Si se aplica mayores dosis de coagulante natural *Caesalpinia spinosa* se logrará más eficiencia en la mejora de la calidad de las aguas residuales.

1.8 Objetivos

General:

- ❖ Determinar la dosis optima del coagulante natural *Caesalpinia spinosa* para mejorar la calidad de las aguas residuales del dren 4000.

Específicos:

- ❖ Analizar el agua del Dren 4000 antes de aplicar el coagulante natural *Caesalpinia Spinosa*.
- ❖ Aplicar las diferentes dosis de coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* en la prueba de jarras.
- ❖ Analizar el agua del Dren 4000 después de aplicar el coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* y determinar la dosis óptima.
- ❖ Comprobar el porcentaje de remoción de contaminantes de la dosis optima del coagulante *Caesalpinia Spinosa*.

II. MÉTODO

2.1 Diseño De Investigación

- No experimental
- descriptivo

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables

- Dosis De Coagulantes
- Calidad De Agua

2.2.2 Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	RANGO
Dosis de coagulante	Este procedimiento permite comprobar las situaciones de operación óptimas, para tratar H ₂ O, ya que facilita hacer ajustes de pH, variar la cantidad de coagulantes y flocculantes y alternar velocidades de agitación	Para medir la dosis óptima de coagulante natural Caesalpinia Spinosa. Se tomara 8 litros de agua residual y realizara a través de la técnica de jarras.	• Dosis optima	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración • pH • T° • Grado de agitación • Tiempo de sedimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • g/L • Unidades de pH • °C • Rpm • min

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Calidad del agua	<p>La calidad del H₂O se usa para determinar las propiedades químicas, físicas y biológicas empleando métodos que permita medir la aceptación de cualquier H₂O, los beneficiarios pueden aceptar o rechazar la calidad de un agua sin tratar y, si esta no es buena calidad se debe diseñar una PETAR y lograr aguas de buena calidad. Por lo tanto La terminología "calidad" debe tener en cuenta las actividades que tiene agua. Se clasifican en aguas de baja calidad, media o buena.</p>	<p>Para poder medir la calidad del agua luego de utilizar el coagulante natural se recogerán 8 litros del agua residual para analizar los indicadores y demostrar la eficiencia y encontrar la dosis optima de coagulante <i>Caesalpinia spinosa</i>. En la mejora de la calidad del H₂O.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas. • Características químicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbiedad • Conductividad eléctrica • SST • pH • DBO • DQO • Oxígeno disuelto

2.3 Población Y Muestra

2.3.1 Población

En el presente trabajo de investigación, la población es infinita por qué no se puede medir la cantidad de agua que hay en el Dren 4000.

2.3.2 Muestra

La muestra es 8 litros de agua residual del Dren 4000.

2.3.3 Muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

2.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez

2.4.1 Técnicas De Recolección De Datos

Para realizar este presente trabajo de investigación se basó de la siguiente manera:

2.4.1.1 Técnica De Campo (Recolección De Muestras)

Para la recolección de las muestras se realizó mediante el muestreo simple por conveniencia de las aguas residuales del Dren 4000 en santa rosa. Es decir que se hizo a 100 metros de distancia antes de la desembocadura del dren al mar.

2.4.1.2 Técnicas De Muestreos

Según ANA para ubicar los lugares para monitorear las aguas de mar, estar determinada por la ubicación del origen de la contaminación (es de decir las descargas de las aguas residuales de actividades domésticas e industriales, puntos de RR SS, terminal marítimo), los cuerpos de H₂O donde se llevan a cabo tareas determinadas (escenarios aprovechamiento, pesquería, recreación, etc.). Los lugares de monitoreo se deben distribuir en transectos específicos adecuados al entorno de cada tarea definida es decir a cada 100 m, 500 m y 1000 m. En diversos términos se requiere que los lugares de ubicación para monitorear sean en la columna de H₂O, por eso es necesario un estudio del método que considera la difusión del origen de los contaminantes y los impactos que genera en la columna de H₂O.

2.4.1.3 Técnicas de análisis físicos y químicos para suelo

1. Determinación de turbiedad

La turbidez del H₂O se produce por material en suspendido, como la arcilla, limo o materia orgánica e inorgánica refinadamente fraccionadas, plancton, etc. El diámetro de las partículas es muy variado de 0,1 a 1.000 nm (Nanómetros). La turbiedad sirve para demostrar la calidad del H₂O y la eficacia de la filtración para comprobar si hay microorganismos que producen enfermedades. Las partículas suspendidas en el H₂O tienden a absorber la luz, logrando que el H₂O se vea nubloso. Esto se llama turbidez. La turbiedad se analiza mediante diferentes métodos.

MÉTODO DE ANÁLISIS

El Método Nefelométrico son expresados (Unidades nefelométricas de Turbidez).

2. Determinación de pH

El pH establece si el agua es ácida, neutra o básica, es decir calcula la cifra de iones de H presentes. La medida es en la escala de 0 a 14, cuando es 7, la muestra es neutra. Las medidas de potencial Hidrogeno que se encuentran por debajo de siete muestra que la muestra es ácida y las medidas de potencial Hidrogeno mayor que siete muestra que es básica. Cuando la muestra es neutra la cifra de los átomos de H y de oxhidrilos son parejas.

METODO DE ANALISIS

Se recomienda que la medida en el lugar, para no modificar los equilibrios iónicos. Esto se debe al momento de la transportación o a la permanencia extensa en los depósitos y puede cambiar al momento de ser llevado al laboratorio, la técnica debe aplicarse en el sitio, la técnica es electrométrico.

3. Determinación de DBO5

La MO no sólo son carbohidratos, la forma más fácil de estudiar el utilización del O en la degradación de Materia Orgánica en general, es evaluar las características de la (DBO5). La DBO5 expresa la Materia Orgánica en conocimientos universales, la cual no indica su estructura, es decir es muy diversa. Su origen resulta de los organismos, y su producto es resultado de la degradación o del metabolismo, se dice que su composición es de proteínas, carbohidratos y lípidos y/o el producto de la degradación como: aminoácidos,

monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, etc. También compuestos de los vegetales como pigmentos.

DBO: Es el parámetro que mide la contaminación orgánica. La cual es el resultado de la degradación de 3 tipos de materiales: materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios), N oxidable (nitrosomas y nictrobacter), compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD)

MÉTODO DE ANÁLISIS:

La técnica que mide la DBO5 es con el análisis de Demanda Bioquímica Oxígeno durante cinco días.

4. Determinación DQO

Expresa el total de O equivalente que se necesita para oxidar los elementos presentes en el agua residual, a través de un agente químico potentemente oxidante, como el Permanganato Potásico (KMnO_4), que se utiliza en agua limpia y el dicromato potásico ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), que se utiliza en agua residual, ya que al utilizar el PERMANGANATO POTÁSICO en agua residual causa errores por defecto significativos. La Demanda Química Oxígeno, va a medir la Materia Orgánica biodegradable por los microorganismos, así como la MO no biodegradable y la materia inorgánica, oxidable por ese agente químico.

Método para determinar la DQO, es con dicromato potásico en exceso en medio ácido, con la ayuda de catalizadores y la aparición de sulfato de plata (Ag_2SO_4) que procede como agente catalizador, y de sulfato mercúrico (HgSO_4) adicionado para mezclar la interferencia de los cloruros. El dicromato oxida la materia orgánica y la inorgánica presentes en la muestra, reduciéndose de Cr^{+6} a Cr^{+3} . El ensayo se realiza a $150\text{ }^\circ\text{C}$, a reflujo total por dos horas. Después de la digestión, la abundancia de dicromato potásico se calcula con Sal de Mohr, utilizando como indicador la ferroina, teniendo una reacción con la disolución de color verde a rojo.

La oxigenación del H_2O es especialmente a la solubilización del O atmosférico y minoritariamente a su generación en la fotosíntesis, se produce en las algas. Sin embargo el O así desarrollado en el día, se agota en fracción durante la noche, cuando las algas consumen O para su metabolismo después del

deceso de las algas la degradación de esta biomasa de igual forma consume O.

La DBO5 se refiere a los 5 días de incubación. Algunos autores se recomiendan 7 de incubación.

MÉTODOS DE ANÁLISIS:

Existen dos métodos:

- a. El método de Winkler o yodométrico, es un proceso titulométrico que se basa en la característica oxidante del O D.
- b. El electrométrico que emplea electrodos de membrana se refiere que en la tasa de difusión del O molecular por medio de una membrana.

5. Determinación De Oxígeno Disuelto

La congregación (C) del O en agua necesita, de la Presión Parcial (P) del O en la atmósfera y de la T del H₂O, se concluye que la concentración del O en H₂O a 25°C es 8,32 mg/l o 8,32 (ppm). Dado que la solubilidad de un gas en el H₂O se reduce con la crecida de T, a 35°C la solubilidad del O₂ en agua es 7,03 mg/l y a 0°C crece a 14,74 mg/l. estas valores dicen la cantidad de O D en H₂O es muy baja y que el aumento de T incide fuertemente en su disminución.

CARACTERÍSTICAS:

- El O D es fundamental para que los microorganismos aerobios respiren, asimismo para diferentes formas de vida. Aunque, el O es sólo levemente soluble en H₂O. La medida real de O y otros gases que se encuetaran en la solución, tiene los siguientes aspectos:

- solubilidad del gas
- presión parcial del gas en la atmósfera
- temperatura
- pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.)

- La importancia (OD) para la vida marítima es que, en los temas de nivel de Oxígeno Disuelto que este por debajo de 4-5 mg/L, produce impactos peligrosos para algunas especies.

- El Oxígeno Disuelto debe enunciarse en el % de saturación. Debido a que OD se modifica mucho en relación de la T y de la altitud. Para una T de 20°C, por ejemplo, el contenido de saturación es de 9,2 mg/L para el mar; 8,6 mg/L para 500 metros de altitud y 7,4 mg/L para 1000 m de altitud a esa T (Derísio, 1992).

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Existen dos métodos y son los siguientes:

1. método de Winkler o yodométrico, es un proceso titulométrico que en basa en la propiedad oxidante del O D.
2. El electrométrico que usa electrodos de membrana.

6. Determinación de sólidos totales suspendidos

Los sólidos en suspensión es producto de la erosión del suelo, como: limo, arena y virus, por lo general son responsables de las impurezas visibles. El material suspendido son las partículas pequeñas, que no se quitan por intermedio de suspensión. So identificadas por medio de sus características es decir describiéndolas que son visibles como la turbidez, gusto, color y olor del H₂O.

CARACTERISTICAS:

- El análisis de solidos es importante para el monitoreo de faces de tratamientos Físicos y Biólogos en agua residual.
- Es la palabra que se refiere al residuo de material que permanece en un depósito posteriormente de la evaporización de la muestra después del secado en la estufa a una T° determinada.
- Los elementos que no se disuelven se llaman material suspendido o sólidos suspendidos, en raras ocasiones se realiza análisis de sólido suspendido, y esto se mide a través del análisis de turbidez.
- Sólidos suspendidos y los sólidos suspendidos volátiles sirven para medir las concentraciones de las aguas domésticas e industriales.

MÉTODO ANÁLISIS:

Para determinar los sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C, a través de un método normalizado.

7. Determinación de conductividad eléctrica

Es una expresión numérica de la capacidad de un fluido para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad es dependiente de la representación de iones y de la concentración total. El H₂O limpia contiene poca conductividad, es decir que el análisis de conductividad de una H₂O da una imagen de los sólidos disueltos en dichas aguas.

De la C E, revela la existencia de sales en el H₂O, y hace desarrollar su capacidad de transferir una corriente eléctrica, característica que se usa en medidas de campo o de laboratorio, que se expresa en Micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$).

Gracias a la conductividad se logra obtener los sólidos disueltos y se multiplica por un factor entre 0.55 y 0.75.

CARACTERÍSTICAS:

- La C E de un H₂O es utilizada como una medición indirecta de la concentración de sólido disuelto total o de minerales en el H₂O.
- Las sales en el H₂O se establece calculando su C E. La asistencia de sales daña el desarrollo de las plantas. La C E se enuncia en uhm/cm.

2.4.2 Instrumentos, Materiales Y Equipos Recolección De Datos

2.4.1.1 Materiales De Campo

- Guardapolvo
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla quirúrgica
- Botella de muestra
- Tinta indeleble

2.4.1.2 Materiales de laboratorio

- Guardapolvo
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla quirúrgica

- Botella de muestra
- Tinta indeleble
- Pipetas.
- Vaso Precipitado
- Agua destilada estéril.
- Vaso precipitado
- Agitador
- Matraz de Erlenmeyer.
- Bureta electrónica para titulación.
- Tubos de ensayo.
- Tubos de digestión de vidrio esmerilado
- Termorreactor.
- Pissetas
- Tubos de digestión
- Botellas Winker. (Clara y Oscura)

2.4.1.3 Equipos De Laboratorio

- Turbidímetro
- conductímetro
- Potenciómetro (PH) y °C.
- Peachímetro portátil
- Prueba de jarras
- Balanza analítica
- Multiparámetros
- Oxímetro:

2.4.1.4 reactivos

- Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$
- Dicromato de potasio(solución digestora)
- ácido sulfúrico(solución catalizadora)
- Indicador de ferroína
- FAS(tiocianato ferroso amoniacal)
- Solución tampón de fosfato

- Solución de sulfato de magnesio: Disolver 22,5 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ en agua destilada y diluir a 1 L.
- Solución de cloruro de calcio: Disolver 27,5 g de $CaCl_2$ en agua destilada y diluir a 1L.
- Solución de cloruro férrico: Disolver 0,25g de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ en agua destilada, diluir a 1L.

2.4.1.5 coagulante

- Goma de tara

2.4.3 Validez

La validación de los análisis de esta investigación será a través de los resultados certificados por EPSEL, ya que dichos análisis (DBO Y DQO₅) se llevó a cabo en el laboratorio de EPSEL con ayuda de los especialistas en análisis de agua que permitirá evaluar cómo se encuentra la calidad de agua del dren y hallar la dosis óptima de coagulante natural.

Para los análisis de (pH, olor, color, °C y turbidez) se realizará en el laboratorio de la universidad cesar Vallejo todos los métodos y procedimientos son acreditados por el laboratorio y la encargada de laboratorio de ciencias de la universidad Cesar Vallejo.

2.5 Metodología Y Métodos Para Análisis De Datos

2.5.1 Metodología Para Toma De Muestra

Esta investigación se llevó a cabo en el dren 4000 de santa rosa, para el muestreo se hizo a 100 metros de distancia antes de que desemboque al mar. Para el muestreo de DBO Y DQO se utilizó una botella adecuada para ambos parámetros, al tomar la muestra se escogió el lugar es decir a 100 metros antes de la desembocadura del dren y tenía que ser en la parte media, sumergir la botella y llenarla sin ninguna burbuja.

Para los parámetros físicos se hizo el mismo procedimiento pero con otras botellas esterilizadas. Después de obtener la muestra se colocó en el cooler con hielo y se llevó al laboratorio.

2.5.2 Método Para La Dosis Óptima De Coagulante

La técnica de jarras es una técnica donde se simula las etapas de coagulación y floculación, que se realiza a escala de laboratorio para lograr agua de

excelente calidad, promoviendo la eliminación de partículas coloidales suspendidas y MO. Este procedimiento permite establecer las condiciones de operaciones óptimas para depurar aguas, permitiendo hacer ajustes de pH, modificarla dosis de coagulante y floculantes y alternar velocidades de agitación.

2.5.2.1 Método Para La Elaboración De Solución De Goma De Tara

Para la elaboración de la goma de tara se realizó de la siguiente manera:

1. Se pesó las cantidades de 0.5 g, 1 g, 2 g, 3 g.
2. Se lo coloca en el vaso precipitado, añadiéndole agua destilada 0.5ml, 1ml, 2ml, 3ml.
3. Luego con el agitador se comenzó a mezclar, hasta haya disuelto y quede una solución gelatinosa.
4. Luego se coloca a la jarras de 1 litro con H₂O residual.
5. Para la segunda prueba de jarras se utilizó 6g, 9g, 12g, 15g.

2.5.1.2 Método Para La Elaboración De Solución De Sulfato De Aluminio

Para la preparación de la solución de sulfato de aluminio se realizó de la siguiente manera:

1. Se pesó la cantidad de 0.3 gr de sulfato de aluminio en la balanza analítica.
2. Se le agrego 6ml de agua destilada.
3. luego con el agitador se comenzó a mezclar hasta disolver el sulfato de aluminio.
4. Luego se procedió a colocar en las jarras que contienen el agua residual.

2.5.3 Métodos Para Análisis De Datos

2.5.3.1 Análisis Estadísticos

Análisis descriptivos: Por qué solo pretende describir las características de las variables en estudio (dosis óptima, calidad de agua) tal y como se presenta en la realidad problemática para determinar sus comportamiento. Se procedió a tabular los datos en tablas.

2.6 Aspectos Éticos

Los resultados de esta investigación serán verídicos, el muestreo se realizará con honestidad y responsabilidad, resaltando que en todo momento la información será fidedigna, la utilización de coagulante natural será ex situ siendo analizada las características de calidad de agua.

Ya que aspectos que en todo momento respaldaran el carácter de investigación científica de la presenta tesis.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación De Parámetros Físicoquímicos del agua residual

Tabla 1 Resultados del análisis de agua residual del dren

RESULTADOS DEL ANALISIS DE PARAMETROS DE LA CALIDAD DE AGUA									
PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6g de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
pH	7.98	7.9	7.96	7.96	7.96	6.6	6.6	6.4	6.8
DBO mg/L	195	80	100	80	80	60	75	50	60
DQO mg/L	310	299	273	271	238	128	167	112	125
Oxígeno disuelto ppm	4.3	4.1	4.3	4.08	3.9	3.5	3.55	3.84	3.71
Turbidez UNT	164	144	143	142	144	50	77.8	114	214
Conductividad Eléctrica μS/cm	3260	2900	2867	2855	2846	885	989	993	1012
solidos totales suspendidos	1635	1356	1335	1315	1325	754	774	767	777

Fuente elaboración propia

3.1.1 Antes De La Aplicacion Del Tratamiento

1.1.2 Aplicación De Goma De Tara Y Sulfato De Aluminio Prueba De Jarras

- La concentración de sulfato de aluminio es de 1% se utilizó 0.3 g es decir 30mg/L en la primera prueba de jarras

Tabla 2 Velocidades de la primera prueba de jarras

Mezcla rápida	
Velocidad	300 rpm
Tiempo	5 segundos
Mezcla lenta	
Velocidad	34 rpm
Gradiente	40 s ⁻¹
Tiempo	20 minutos
Sedimentación	
Tiempo	1 hora

Fuente elaboración propia

- Sulfato de aluminio es de 0.09 ml.

Tabla 3 Velocidades de la segunda prueba de jarras

Mezcla rápida	
Velocidad	300 rpm
Tiempo	5 minutos
Mezcla lenta	
Velocidad	34 rpm
Gradiente	40 s ⁻¹
Tiempo	30 minutos
Sedimentación	
Tiempo	1 hora

Fuente elaboración propia

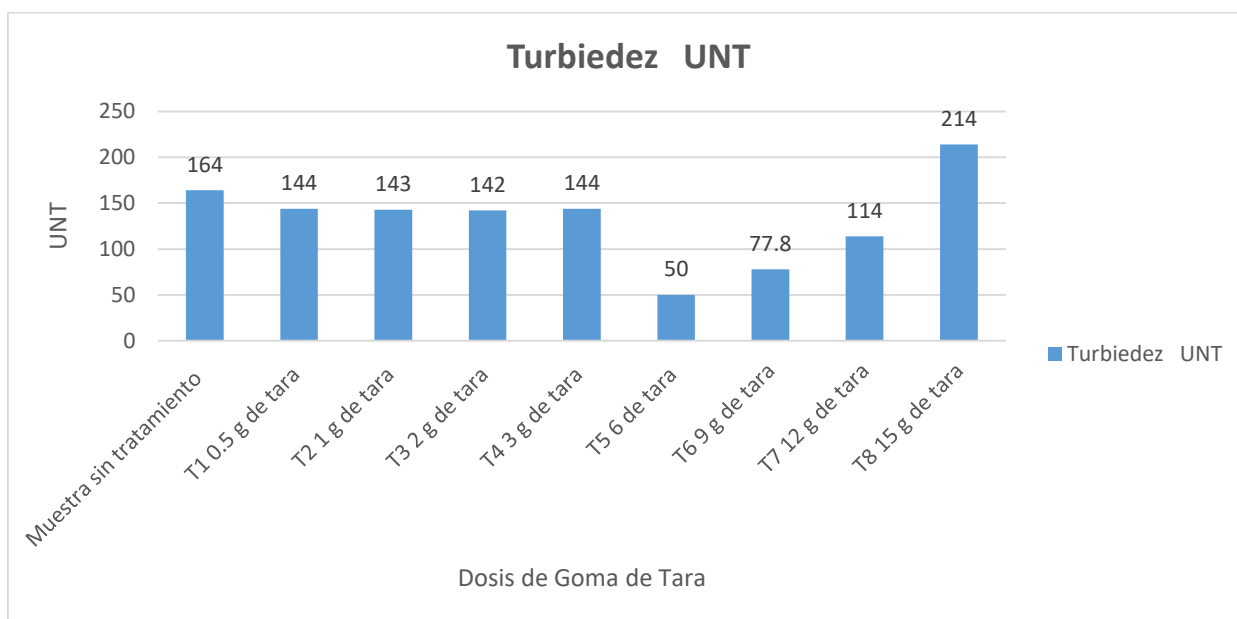
Determinación de turbidez

Tabla 4 Determinación de turbidez

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6 de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
Turbidez UNT	164	144	143	142	144	50	77.8	114	214

Fuente Elaboración Propia

Grafico 1 Determinación de turbidez



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la turbidez es de 164, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3 y 4 disminuyo en menor proporción, en la dosis 5 podemos observar que redujo a 50 la turbidez, esta dosis tiene la mayor eficiencia y al agregar más dosis de goma de tara la turbidez se va elevando de manera significativa, sobre pasando la turbidez inicial de la muestra.

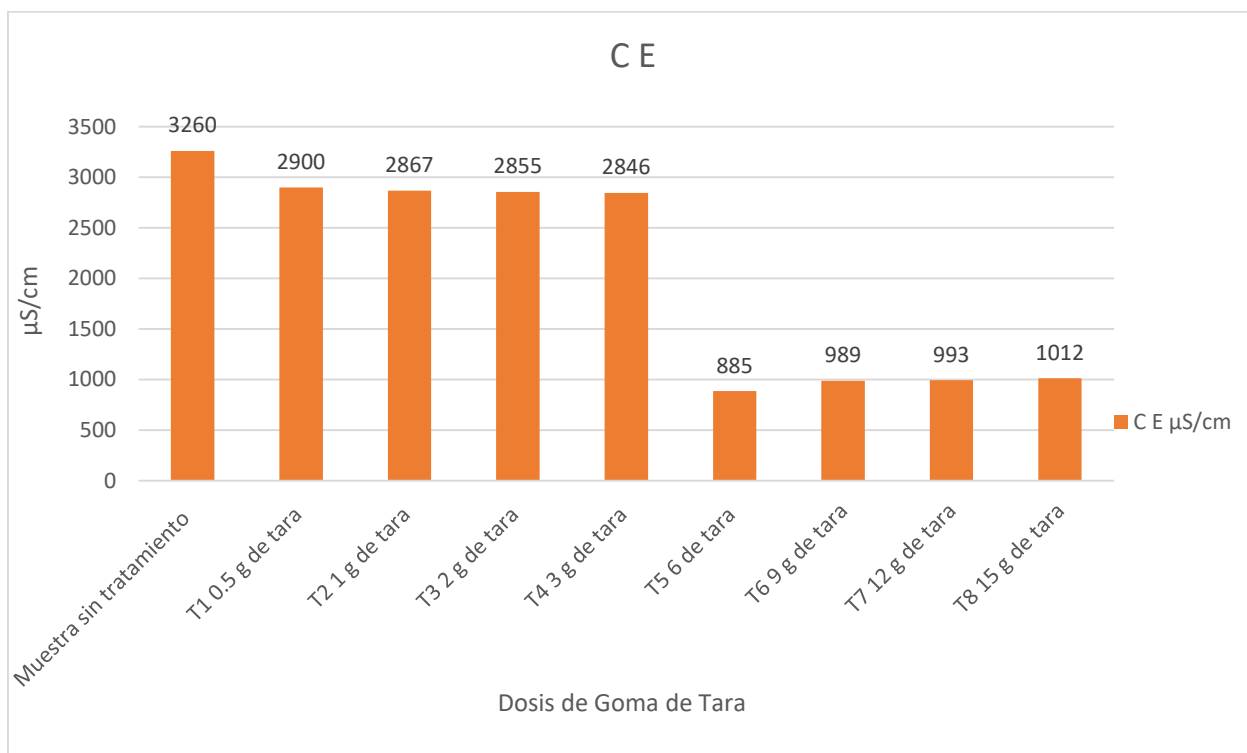
Determinación de conductividad eléctrica

Tabla 5 Determinación de conductividad eléctrica

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6 de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
Conductividad Eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	3260	2900	2867	2855	2846	885	989	993	1012

Fuente elaboración propia

Grafico 2 Determinación de conductividad eléctrica



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la conductividad eléctrica es de 3260 µS/cm, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3 y 4 disminuyo en menor proporción, en la dosis 5 podemos observar que redujo a 885, esta dosis tiene la mayor eficiencia, las demás dosis de goma de tara disminuyeron en poca proporción.

Determinación de solidos suspendidos totales

Tabla 6 Determinación de solidos suspendidos totales

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6 de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
solidos suspendidos totales	1635	1356	1335	1315	1325	754	774	767	777

Fuente elaboración propia

Grafico 3 Determinación de solidos totales suspendidos



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la sólidos totales 1635, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3 y 4 disminuyo en menor proporción, a partir de la dosis 5, 6, 7,8 podemos observar que se logró la minimizar los SST, sin embargo la dosis 5 tiene la mayor eficiencia.

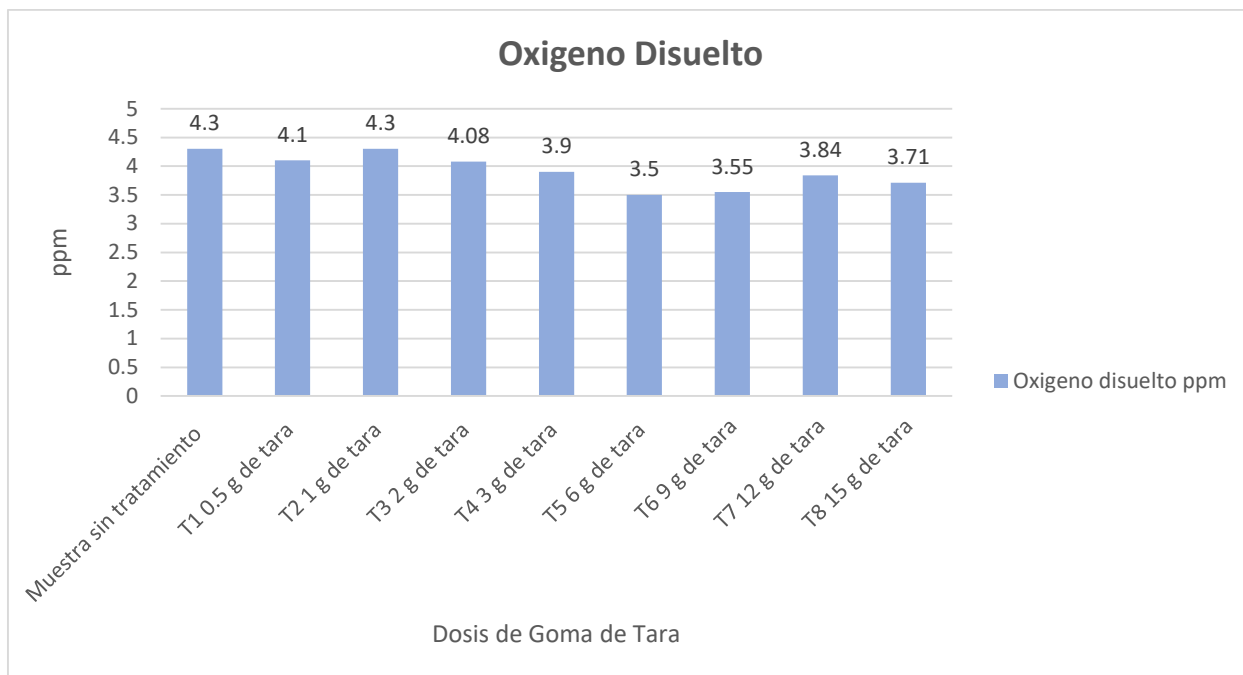
Determinación de oxígeno disuelto

Tabla 7 Determinación de oxígeno disuelto

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6g de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
Oxígeno disuelto ppm	4.3	4.1	4.3	4.08	3.9	3.5	3.55	3.84	3.71

Fuente elaboración propia

Grafico 4 Determinación de oxígeno disuelto



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la oxigeno disuelto es de 4.3 ppm, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8 disminuyo en menor proporción, en la dosis 5 podemos observar que redujo a 3.5 ppm, esta dosis tiene la mayor eficiencia.

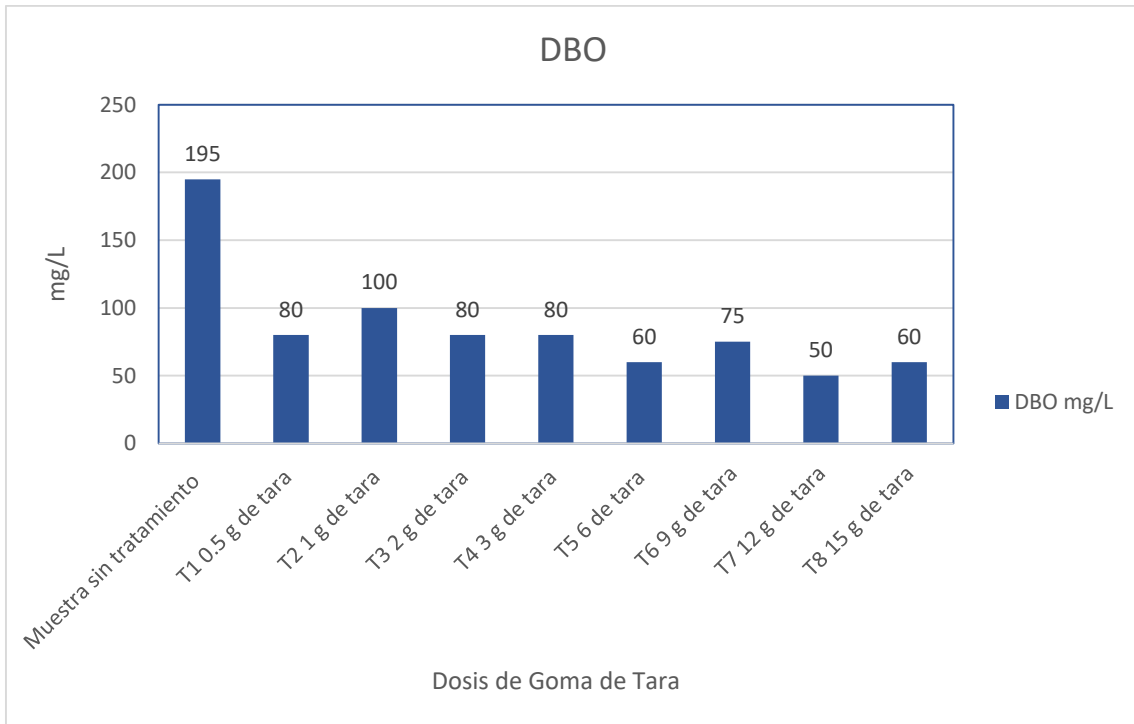
Determinación de la DBO

Tabla 8 Determinación de DQO

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6g de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
DBO mg/L	195	80	100	80	80	60	75	50	60

Fuente elaboración propia

Grafico 5 Determinación de DBO



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la demanda bioquímica de oxígeno es de 195 mg/L, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3 disminuyo a 80 mg/L, en la dosis 2 se obtuvo 100 mg/L, 5 y 8 es de 60 mg/L y la dosis 6 es de 75 mg/L. la dosis 7 disminuyó a 50 mg/L tiene la mayor eficiencia.

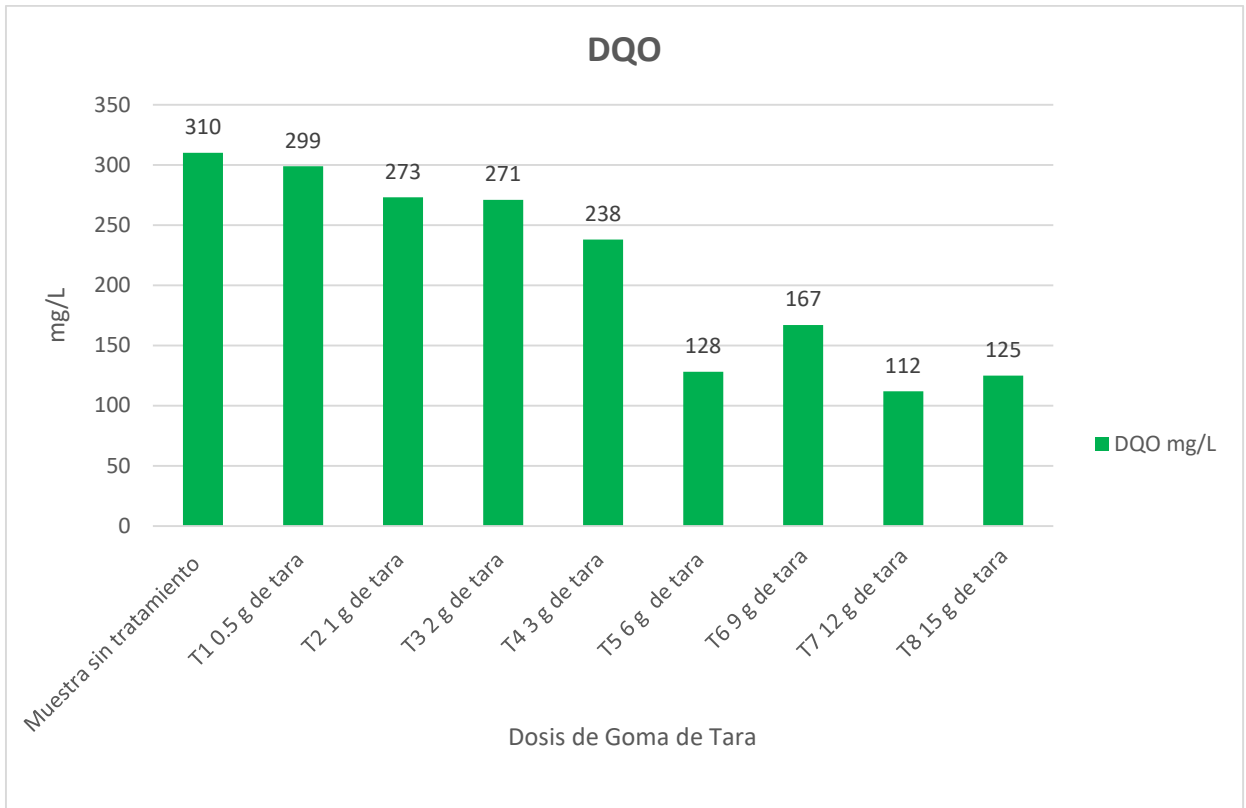
Determinación de la DQO

Tabla 9 Determinación de DBO

PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6 de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
DQO mg/L	310	299	273	271	238	128	167	112	125

Fuente elaboración propia

Grafico 6 Determinación de DQO



Fuente elaboración propia

De acuerdo al grafico podemos observar que en la muestra sin tratamiento la demanda química de oxígeno es de 310 mg/L, mientras al aplicar las diferentes dosis de goma de tara y sulfato de aluminio se observa que en la dosis 1, 2, 3 y 4 disminuyo en menor proporción, en la dosis 7 podemos observar que redujo a 112, esta dosis tiene la mayor eficiencia sim embargo las dosis 5, 6 y 8 también presentan una reducción de 128, 167, 125.

3.1.4 Determinación De Porcentaje De Remoción

El % de remoción de turbidez o función del coagulante, se determinó de acuerdo a SCIBAN [et al.] (2005)

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{T_0 - T_{F-1h}}{T_0} \times 100$$

Donde

T_0 = turbiedad inicial

T_{f-1h} = turbidad final depues de una hora de sedimentacion

- **Tratamiento 1**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{164 - 77.8}{164} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 52.56\%$$

- **Tratamiento 2**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{164 - 130}{164} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 20.73\%$$

- **Tratamiento 3**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{164 - 114}{164} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 30.49\%$$

- **Tratamiento 4**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{164 - 214}{164} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = -30.48\%$$

Análisis de la eficiencia de remoción de la carga contaminante

(Young, 1991). En los sistemas de tratamiento de aguas residuales para calcular la eficiencia de remoción de la carga contaminante viene dada por:

Dónde:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en (mg DQO, DBO5 o SST/L).

So: Entrada de la carga contaminante en (mg DQO, DBO5 o SST/L).

Análisis de DBO

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg DBO

So: Entrada de la carga contaminante en mg DBO

- Primer tratamiento

$$E = \frac{195 - 60}{195} * 100$$

$$E = 69.23\%$$

- Segundo tratamiento

$$E = \frac{195 - 75}{195} * 100$$

$$E = 61.53\%$$

- Tercer tratamiento

$$E = \frac{195 - 50}{195} * 100$$

$$E = 74.35\%$$

- Cuarto tratamiento

$$E = \frac{195 - 60}{195} * 100$$

$$E = 69.23\%$$

Análisis de DBO5

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg DBO5

So: Entrada de la carga contaminante en mg DBO5

- **Primer tratamiento**

$$E = \frac{310 - 128}{310} * 100$$

$$E = 58.70\%$$

- **Segundo tratamiento**

$$E = \frac{310 - 167}{310} * 100$$

$$E = 46.12\%$$

- **Tercer tratamiento**

$$E = \frac{310 - 112}{310} * 100$$

$$E = 63.87\%$$

- **Cuarto tratamiento**

$$E = \frac{310 - 125}{310} * 100$$

$$E = 59.67\%$$

Solidos totales suspendidos

$$E = \frac{So - S}{So} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg SST

So: Entrada de la carga contaminante en mg SST

- **Primer tratamiento**

$$E = \frac{1635 - 754}{1635} * 100$$

$$E = 53.88\%$$

- **Segundo tratamiento**

$$E = \frac{1635 - 774}{1635} * 100$$

$$E = 52.66\%$$

- **Tercer tratamiento**

$$E = \frac{1635 - 767}{1635} * 100$$

$$E = 53.08\%$$

- **Cuarto tratamiento**

$$E = \frac{1635 - 777}{1635} * 100$$

$$E = 52.47\%$$

IV. DISCUSION

A partir de los resultados obtenidos, en las 8 dosis aplicadas, los parámetros de DBO, DQO, CE, pH, OD, SST y Turbidez en la primera prueba de jarras se logró una disminución, debido que las cantidades aplicadas de coagulante natural *Caesalpinia Spinosa* eran muy bajas, en la segunda prueba de jarras existió cambio significativo en la mejora de calidad de agua, es decir que una de las dosis es más eficiente en la mejora de calidad del agua del Dren 4000, como resultados obtenidos en DBO, DQO, SST y Turbidez se observó un cambio en la dosis n° 5 se obtuvo DBO 69.29%, DQO5 58.70%, SST 53.88% y la Turbidez 53.88%, por lo tanto se logró mejorar de calidad del agua residual.

Estos resultados guardan relación con el autor BRAVO, MILGAROS, [et al.], (2016), en su trabajo de evaluar la goma de tara extraída de las semillas de *caesalpinia spinosa* como un método de remoción de SST y materia orgánica biodegradables, el cual explica la reacción que tuvo al aplicar el coagulante natural en aguas del río pollo, donde evaluó la concentración y las velocidades de agitación óptimas, demostrando la eficiencia de la goma de tara remover la turbidez fue de 79.06%, así como la DQO de 38.00%, DBO5 43.52% y SST de 17.07% y la dosis de coagulante es de 3000 mg/L. Sin embargo en esta investigación tuvo como muestras las aguas del río pollo que por lo general contienen bajos niveles de turbidez y demás parámetros.

En cambio AGUILAR, Edwar, (2012). En sus resultados obtenidos en su investigación no se encuentra relación alguna por que las dosis utilizadas en su investigación presentan una disminución mínima respecto a la turbidez, logrando solo un 25%. Y con respecto a los demás parámetros no se realizó ningún análisis solo se centró en la turbidez y la disminución del uso de sulfato de aluminio.

V. CONCLUSIONES

- Al analizar el agua del Dren 4000 antes de la aplicación del coagulante natural *caesalpinia spinosa* presentó una DBO de 195 mg/L, DQO 390mg/L, OD 4.3 ppm, conductividad eléctrica de 3260 μ S/cm, presentado altos contenidos de sales solubles, la turbidez 164 UNT, y los SST 1635.
- Se aplicó 8 dosis de coagulante natural *caesalpinia* en dos pruebas de jarras, la primera con dosis menores 0.5 g, 1 g, 2 g, 3 g. Para la segunda prueba de jarras se utilizó 6g, 9g, 12g, 15 g que fueron las dosis mayores de coagulante naturales.
- Se analizó el agua del dren 4000 después de la aplicación del coagulante natural *Caesalpinia spinosa* se observó que las dosis 1, 2, 3, 4 disminuyeron los contaminantes en una mínima proporción y las dosis ,6 ,7 y 8 lograron disminución significativa sin embargo se determinó que la dosis optima es la dosis n° 5 que utilizo 6 gr de goma de tara. Logrando la reducción en cuanto a la DQO 60mg/L, DBO5 128, OD 3.5 ppm, Turbidez 50 UNT, Conductividad eléctrica 885, SST 754.
- Se comprobó el porcentaje de remoción de contaminantes de la dosis óptima de coagulante natural *Caesalpinia spinosa* en cuanto a DQO es 69.29%, DBO5 es de 58.88%, turbidez 52.56% y SST es de 53.88% por lo que se concluye que la aplicación de goma de tara es eficiente en reducción de los contaminantes de las aguas residuales.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización del polímero en los procesos de coagulación y floculación, y por lo tanto la aplicación de la goma de tara sea más eficiente en la remoción de contaminantes, ya que dicho polímero no altera las características del agua y no causa daño al ambiente.
- A las empresas que quieran aplicar la goma de tara como coagulante natural se recomienda la utilización de la dosis 5 que es 5g/L que mejorará todos los parámetros fisicoquímicos del agua.
- Se recomienda a las autoridades competentes que se encarguen de la difusión de los impactos que genera los vertimientos de aguas residuales industriales, por lo tanto que esta investigación sirva de aporte a otros investigadores para seguir con este tipo de investigación.
- A estudiantes relacionados con este campo de investigación, se recomienda que repitan y amplíen esta experiencia, debido que en el presente trabajo se tomó una muestra a escala pequeña pero apta para nuestro medio de trabajo. Así mismo se recomienda tener en cuenta diferentes factores que influyen en el trabajo y poder mejorar la investigación.

VII. REFERENCIAS

- AGUILAR, Alonso. [et al.]. Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario [en línea]. 1. ^{era} ed. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México II Ec., 2010[fecha de consulta: 6 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAgualmpr.pdf>
 - o ISBN: 978-607-02-1455-4
- AGUILAR, Edwar, [et al.]. UTILIZACIÓN DE LAS SEMILLAS DE TARA (CAESALPINIA SPINOSA) COMO AYUDANTE DE COAGULACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. Tesis (el título de ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. Disponible en: cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/495/1/aguilare.pdf
- TASNEEMBANO, Kaz, [et al.]. Treatment of Tannery Wastewater Using Natural Coagulants. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. [en línea]. Agosto 2013, n.º 2. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2017]. Disponible en https://www.ijirset.com/upload/august/29A_Treatment.pdf
ISSN: 2319-8753
- BRAVO, Milagros [et al.]. REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y MATERIA ORGÁNICA DE LAS AGUAS DE RÍO POLLO EN OTUZCO EMPLEANDO SEMILLAS DE CAESALPINIA SPINOSA (TARA). Tesis (el título de ingeniero Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3275/BravoGuerreroM%20-%20GutierrezLopezJ.pdf?sequence=1>
- GARCÍA, Beatriz. METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN IN SITU DE COAGULANTES NATURALES PARA LA CLARIFICACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL. Tesis (para máster en seguridad industrial y medioambiente). Valencia: Universidad Politécnica De Valencia, 2007. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12458/Tesis%20de%20MastertBEATRIZ%20GARCIA%20FAYOS.pdf?sequence=1>

- Blázquez, Pamela, [et al.](2010). Reutilización de agua en Bahía Blanca Plata 3era Cuenca [en línea]. 1.ª ed. Argentina: La Editorial de la U.T.N., 2010 [fecha de consulta: 22 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/agua_reutilizacion.pdf
- JIMENEZ, Joaquín, [et al.]. Evaluación de la tuna (*Opuntia cochenillifera*) para la remoción del color en agua potable. Revista Tecnología en marcha [en línea]. Septiembre – Diciembre 2012, n.º 4. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2017]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835667.pdf>
- MARTÍNEZ, Jasser [et al.]. EVALUACIÓN DEL PODER COAGULANTE DE LA TUNA (*opuntia ficus indica*) PARA LA REMOCION DE TURBIDEZ Y COLOR EN AGUAS CRUDAS. Tesis (el título de ingeniero químico). Cartagena de indias: Universidad de Cartagena, 2012. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/137/1/EVALUACI%C3%93N%20DEL%20PODER%20COAGULANTE%20DE%20LA%20TUN A%20%28Opuntia%20ficus%20indica%29%20PARA%20LA%20REMO CI%C3%93N%20DE%20TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGU AS%20CRUDAS..pdf>
- MELO, Germán [et al.]. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE SEMILLAS DE MORINGA OLEIFERA COMO UNA ALTERNATIVA DE BIORREMEDIACION EN LA PURIFICACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES DEL CAÑO COLA DE PATO UBICADO EN EL SECTOR RURAL DEL MUNICIPIO DE ACACIAS. Tesis (el título de ingeniero Agroforestal). Villavicencio: Universidad Nacional Abierta Y A distancia, 2012. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1428/1/TESIS%20DE%20GRADO EFICIENCIA%20UTILIZACION%20DE%20SEMILLAS%20DE%20MORI NGA%20-%20BIORREMEDIACION.pdf>
- Carty, G., O’Leary, G., et Crowe, M. (2002). WATER TREATMENT MANUALS Coagulation, Flocculation & Clarification. *Environmental Protection Agency*, 85p. Disponible en:

http://www.epa.ie/pubs/advice/drinkingwater/EPA_water_treatment_mgt_coag_flocc_clar2.pdf

ISBN: 1-84095-090-0

- QUISPE, Gina. APLICACIÓN DEL MUCÍLAGO EXTRAÍDO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS- INDICA) EN LA CLARIFICACIÓN DEL AGUA DEL RÍO UCHUSUMA. Tesis (el título de ingeniero químico). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2012. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/814>
 - New Mexico Wastewater Systems Operator Certification Study Manual [en línea]. México: Operadores de Sistemas de Aguas Residuales de Nuevo México, [fecha de consulta: 08 de octubre de 2017]. Capítulo 1. INTRODUCTION TO WASTEWATER CHARACTERISTICS & TREATMENT. Disponible en: <https://www.env.nm.gov/swqb/FOT/WastewaterStudyManual/01.pdf>
 - SANDOVAL, Martha, [et al.]. Moringa oleífera una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal [en línea]. Mayo – Agosto 2013, n.º 2. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46730913001.pdf>
- ISSN: 1665-529X
- EMAN, Ali, [et al.], MORINGA OLEIFERA SEEDS AS NATURAL COAGULANT FOR WATER TREATMENT. Thirteenth International Water Technology Conference [en línea]. 2009, n.º 1. [fecha de consulta: 25 de agosto 2017]. Disponible en http://www.iwtc.info/2009_pdf/2-5.pdf
 - Naciones Unidas. La Contaminación De Los Ríos Y Sus Efectos En Las Áreas Costeras Y El Mar [en línea]. 1.ª ed. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2002 [fecha de consulta: 1 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LCL1799S.PDF>
- ISBN: 92-1-322090-1
- FLORES, Carlos. Aplicación de un ANOVA bifactorial y modelamiento en el tratamiento por floculación de aguas residuales del camal municipal

de Andahuaylas. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2014. Disponible en http://ateneo.unmsm.edu.pe/ateneo/bitstream/123456789/4486/1/Flores_Solano_Carlos_Alonso_2014.pdf

- IZQUIERDO, Mauricio. Determinación De La Dosis Óptima Del Coagulante Sulfato De Aluminio Aplicado En La Planta De Tratamiento De Agua De La Central Termoeléctrica “El Descanso”. Tesis (Título De Ingeniero Ambiental.). Cuenca: Universidad De Cuenca, Ecuador 2015. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23008/1/TESIS.pdf>
- CERÓN, Alexandra. Estudio Para La Determinación Y Dosificación Óptima De Coagulantes En El Proceso De Clarificación De Aguas Crudas En La Potabilización De Aguas De La Empresa Empoobando E.Sp. Tesis (Obtención Del Título De Ingeniero Químico.). Nariño: Universidad De Nariño, Colombia, 2016. Disponible en http://sired.udenar.edu.co/3769/1/tg_vcp.pdf
- OLIVA, Moisés, [et al.]. Producción Y Exportación De Derivados De La Tara. Tesis (Magíster En Administración De Empresas). Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Perú, 2010. Disponible en http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273853/2/M_Oliva.pdf
- BOURKE, Noel, [et al.]. WATER TREATMENT MANUALS COAGULATION, FLOCCULATION & CLARIFICATION [on line]. 1.ª ed. Ireland: the Environmental Protection Agency, Ireland, 2002 [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2017]. Disponible en: https://www.epa.ie/pubs/advice/drinkingwater/EPA_water_treatment_mgt_coag_flocc_clar2.pdf
ISBN: 1-84095-090-0
- ROMERO, Albero. Calidad del agua. 2.ª ed. Bogotá: Escuela Colombiana De Ingeniería. 2005. 485pp.
ISBN: 9789588060835

- APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones Días De Santos.
- GUIA PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE Segunda Edición vol. 1 OMS.
- DERISIO, J. C. 1992. Introducao ao controle da poluicao o ambiental. CETESB, Sao Paulo, 201p.
<http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/18control.pdf>.
- METALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales Volumen I. Mc Graw- Hill.
- ROMERO, Jairo. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, Teoría y principios de diseño. 3^{ra} ed. Colombia. Nuevas Ediciones S.A. 2004. ISBN: 958-8060-13-3
- Química Para Ingeniería Ambiental, Sawyer, Mac Graw Hill, 2000, cuarta edición.
- OEFA. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL EN AGUAS RESIDUALES [en línea]. 1. ^{era} ed. Perú: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014 [fecha de consulta: 18 de noviembre de 2017]. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Lizarazo, Milena [et al.]. Sistemas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Colombia. Tesis (Especialización en Administración en Salud Pública). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2013. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>
- YOUNG, James C. Factors affecting the design and performance of upflow anaerobic filters. Water Science and Technology. 1991.

ANEXOS

Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACION

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RAMÍREZ FLORES KELLY DEL PILAR

FACULTAD/ESCUELA: INGENIERÍA /INGENIERÍA AMBIENTAL

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuál es la dosis más eficiente del coagulante natural Caesalpinia spinosa para mejorar la calidad de aguas residuales?	Objetivo general: Determinar la dosis optima del coagulante natural Caesalpinia spinosa para mejorar la calidad de las aguas residuales del dren 4000.	Si se aplica mayores dosis de coagulante natural Caesalpinia spinosa se logrará más eficiencia en la mejora de la calidad de las aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis de coagulante • Calidad del agua 	No experimental	Es una población infinita por que no se puede medir la cantidad de agua que hay en el Dren 4000.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de campo (recolección de muestras) • Técnicas de muestreo • Técnicas para análisis físicos químicos del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez • Conductividad • SST • pH • DBO • DQO • Oxígeno disuelto
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	Para procesar datos

Objetivos específicos

- ❖ Analizar el agua del Dren 4000 antes de aplicar el coagulante natural *Caesalpinia spinosa*.
- ❖ Aplicar las diferentes dosis de coagulante natural *Caesalpinia spinosa* en la prueba de jarras.
- ❖ Analizar el agua del Dren 4000 después de aplicar el coagulante natural *Caesalpinia spinosa* y determinar la dosis óptima.
- ❖ Comprobar el porcentaje de remoción de contaminantes de la dosis optima del coagulante *Caesalpinia spinosa*.

- No experimental
- descriptiva

8 litros de agua residual del Dren 4000.

- Turbidímetro
- conductímetro
- Potenciómetro (PH) y °C.
- Peachimetro portátil
- Prueba de jarras
- Balanza analítica
- Multiparametros
- Oxímetro:

- Microsoft Excel

Anexo 2 Métodos para el análisis de la calidad de agua

Determinación de turbidez

Método De Análisis

El Método Nefelométrico son expresados (Unidades nefelométricas de Turbidez).

La determinación de la turbidez se realizó de la siguiente manera:

- i. Primero se colocó 40 ml de muestra de agua en un vaso precipitado de 50ml.
- ii. Luego se coloca en el embace del Turbidímetro hasta la medida requerida y con el mínimo cuidado.
- iii. Después se coloca la muestra en el Turbidímetro y se espera la lectura del resultado.

Determinación de pH

Método De Análisis

Se recomienda que la medida en el lugar, para no modificar los equilibrios iónicos. Esto se debe al momento de la transportación o a la permanencia extensa en los depósitos y puede cambiar al momento de ser llevado al laboratorio, la técnica debe aplicarse en el sitio, la técnica es electrométrica.

La determinación de pH,

1. Primero se colocó 40 ml de muestra de agua en un vaso precipitado de 50ml.
2. Luego se utiliza el instrumento Multiparametros, se coloca en la muestra de agua y se espera 3 minutos para ver el resultado de la medición.
3. Luego se observa los resultados de pH.

Determinación de DBO5

Método De Análisis:

La técnica que mide la DBO5 es con el análisis de Demanda Bioquímica Oxígeno durante cinco días.

- i. Colocar la cantidad de agua necesaria en una botella Winker y agregar por cada litro, 1 mL de cada una de las siguientes soluciones: tampón

fosfato, $MgSO_4$, $CaCl_2$, y $FeCl_3$. El agua de dilución se puede inocular y guardar de tal manera que siempre se tenga disponible.

- ii. Una vez obtenida nuestra dilución. Procedemos a bombear aire de esa manera la enriquecemos a nuestra solución de oxígeno, los reactivos agregados en nuestra solución ayudaran como estabilizantes. Una vez enriquecida nuestra dilución con oxígeno medimos la cantidad con el oxímetro. (Sera nuestra dilución patrón).
- iii. De nuestra dilución sacamos dos alícuotas en botellas Winker de preferencia de color oscuro y procedemos a llenar ambas botellas Winkler con aguas residuales. Eliminamos el exceso, utilizamos las botellas de color oscura para que los microorganismos que están en las aguas resídeles no ve vean afectadas por los fotones de luz.
- iv. De las dos alícuotas obtenidas una de ellas será nuestra "DBO" (inicial), mientras que la segunda alícuota "DBO5" pasara a un proceso de incubación durante un periodo de 5 días.

Determinación DQO

Métodos De Análisis:

Existen 3 métodos:

- c. El método de Winkler o yodométrico, es un proceso titulométrico que se basa en la característica oxidante del O D.
- d. El electrométrico que emplea electrodos de membrana se refiere que en la tasa de difusión del O molecular por medio de una membrana.
- e. Método Del Dicromato De Potasio

Para determinar la DQO se realizó de la siguiente manera:

- 1) (BLANCO): Tomar 3ml de agua des ionizada con la pipeta y ponerlo en un tubo , tomar 3ml de solución digestora y agregar en el tubo , tomar 3ml de solución catalizadora y agregar al tubo. Se agita bien para homogeneizar, tiene un color amarillo. Sucede una reacción exotérmica.
- 2) (MUESTRA): Tomar 3ml de agua con material orgánico con la pipeta y ponerlo en un tubo, agregar 3ml de solución digestora y agregar en el tubo,

3ml de solución y agregar al tubo. Se agita bien para homogeneizar, tiene un color amarillo.

- 3) DIGESTION: Colocamos ambos tubos (blanco) y (muestra) en el termo reactor a una temperatura de 160 °C en un tiempo de dos horas, pasadas las dos horas se retira y se ve que el color no ha cambiado sigue siendo amarillo. Cada tubo es vertido en un matraz Erlenmeyer cada uno, a cada matraz se le agrega (5-6 gotas) del reactivo indicador Ferroína.
- 4) (BLANCO): al agregarle el indicador tubo un color verde. (MUESTRA): al agregarle el indicador tubo un color verde.
- 5) TITULACION: se le agrega FAS (Tiocianato Ferroso Amónico) (BLANCO): toma coloración rojiza (8.36 ml de titulante) quiere decir que se consumió menos de la sustancia digestora. (MUESTRA): se torna coloración rojiza (7.55 ml de titulante) quiere decir que se consumió más de la sustancia digestora quiere decir que hay un DQO no muy alto.

Determinación De Oxígeno Disuelto

Métodos De Análisis

Existen dos métodos y son los siguientes:

- Método de Winkler o yodométrico, es un proceso titulométrico que en basa en la propiedad oxidante del O D.
- El electrométrico que usa electrodos de membrana.

Para la determinación del OD se realizó de la siguiente manera:

- 1) primero se colocó 40 ml de muestra de agua en un vaso precipitado de 50ml.
- 2) Luego se utiliza el instrumento Multiparametros, se coloca en la muestra de agua y se espera 3 minutos para ver el resultado de la medición.
- 3) Luego se observa los resultados de oxígeno disuelto.

Determinación de sólidos totales suspendidos

Método Análisis:

Para determinar los sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C, a través de un método normalizado.

La determinación de SST se realizó de la siguiente manera:

1. Primero se colocó 40 ml de muestra de agua en un vaso precipitado de 50ml.
2. Luego se utiliza el instrumento Multiparametros, se coloca en la muestra de agua y se espera 3 minutos para ver el resultado de la medición.
3. Luego se observa los resultados SST.

Determinación de conductividad eléctrica

- a) Primero se colocó 40 ml de muestra de agua en un vaso precipitado de 50ml.
- b) Luego se utiliza el instrumento Multiparametros, se coloca en la muestra de agua y se espera 3 minutos para ver el resultado de la medición.
- c) Luego se observa los resultados de conductividad eléctrica.

Prueba De Jarras

Para realizar esta técnica se llevó a cabo de la siguiente forma:

1. Primero se coloca las muestras de agua residual en las 4 jarras 900 ml.
2. Luego se coloca sulfato de aluminio fue 0.9ml.
3. Después se pesa las diferentes cantidades de goma de tara y se coloca en diferentes vasos precipitados.
4. Luego se coloca agua destilada, pero para facilitar que toda la goma de tara se transforme en una solución gelatinosa se debe calentar el agua y mover con el agitador para disolver toda la goma.
5. Se coloca la solución de goma de tara en cada jarra y se coloca la velocidad y el tiempo de agitación rápida y lenta y el de sedimentación
6. Después de haber esperado la sedimentación se saca 80ml de cada jarra para los análisis correspondientes.

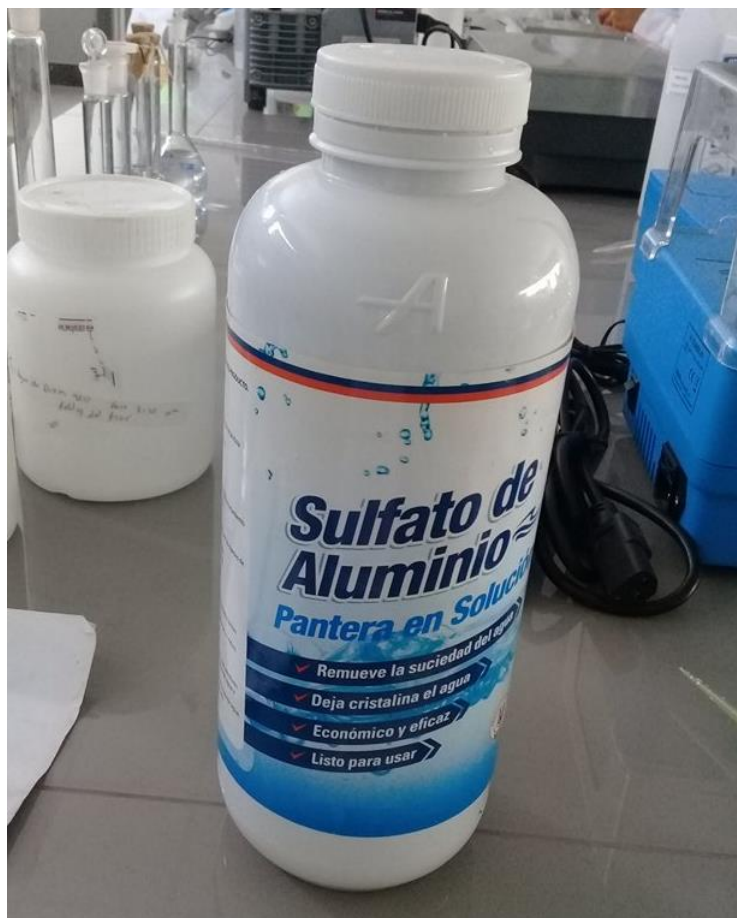
Fotografías del Desarrollo de Investigación



Anexo 3 Test de jarras en laboratorio de la universidad cesar vallejo



Anexo 4 Test de jarras



Anexo 5 Sulfato de aluminio en liquido



Anexo 6 Las muestras después del tratamiento con la goma de tara



Anexo 7 Solidos que quedaron después del tratamiento



Anexo 8 Toma de muestras en el dren 4000



Anexo 9 Análisis de la turbidez



Anexo 10 Análisis de pH en laboratorio de UCV



Anexo 11 Goma de tara



Anexo 12 Proceso de la obtención de goma de tara

1.1.2. Aplicación De Trabajo De Investigación

Actividades	Se m 1	Se m 2	Se m 3	Se m 4	Se m 5	Se m 6	Se m 7	Se m 8	Se m 9	Se m 10	Se m 11	Se m 12	Se m 13	Se m 14	Se m 15	Se m 16	Se m 17	Se m 18	Se m 19	Se m 20
10. Corrección del proyecto, título, hipótesis, problema, etc.																				
11. Presentación de título final.																				
12. Ejecución del proyecto de investigación																				
13. Obtención del coagulante natural.																				
14. Muestreo agua para el análisis preliminar.																				
15. Análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo																				
16. Análisis de DBO Y DQO en laboratorio de EPSEL.																				

Anexo 14 Resultados de análisis físicos químicos dren 4000 EPSEL



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**“TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE
LA MEJOR CALIDAD, CUÍDELA NO LA DESPERDICIE”**

EPSEL S.A.
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOS QUÍMICOS
DREN 4000**

PARAMETROS	SIN TRATAR	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Fecha de Análisis:	29/09/2017	10/11/2017				28/11/2017			
DBO, mg/l	195.00	80.00	100.00	80.00	80.00	60.00	75.00	50.00	60.00
DQO, mg/l	310.00	299.00	273.00	271.00	238.00	128.00	167.00	112.00	125.00

*Las muestras fueron colectadas por personal interesado.



OFICINAS: Av. Sáenz Peña N° 1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telef: 252291 (Central de Telefónica) - 253479 (G.G.)
 Gerencia Operacional Telef: 254132
 Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N° 451 - Telef: 273609 (G.C.) - 235751 (Central Telefónica)
 Emergencias: Telef: 238363 - 326747 - 0-80027092
 Pág. Web: www.epsel.com.pe




**RESULTADOS FISICO-QUIMICO DEL DESARROLLO DE TESIS DENOMINADO
 “DOSIS DE COAGULANTE NATURAL *Caesalpinia Spinosa* PARA MEJORAR LA
 CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL DREN 4000”.**

NOMBRE: RAMÍREZ FLORES KELLY DEL PILAR

Los datos adjuntos fueron obtenidos siguiendo los métodos estandarizados para los parámetros indicados, los mismos que se llevaron a cabo por el investigador; el agua que se analizo fue procedente del Dren 4000 en Santa Rosa, bajo la asesoría de la Ing. María Raquel Maxe Malca, responsable del laboratorio de Físico-Química; la misma que validara los resultados.

RESULTADOS DEL ANALISIS DE PARAMETROS DE LA CALIDAD DE AGUA									
PARAMETROS	Muestra sin tratamiento	T1 0.5 g de tara	T2 1 g de tara	T3 2 g de tara	T4 3 g de tara	T5 6 de tara	T6 9 g de tara	T7 12 g de tara	T8 15 g de tara
pH	7.98	7.9	7.96	7.96	7.96	6.6	6.6	6.4	6.8
Oxígeno disuelto ppm	4.3	4.1	4.3	4.08	3.9	3.5	3.55	3.84	3.71
Turbidez UNT	164	144	143	142	144	50	77.8	114	214
Conductividad Eléctrica μS/cm	3260	2900	2867	2855	2846	885	989	993	1012
Solidos Totales Disueltos	1635	1356	1335	1315	1325	754	774	767	777


 Ing. María Raquel Maxe Malca
 Responsable

Anexo 16 Mapa de ubicación

