



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tratamiento del agua residual industrial mediante biofiltros y floculantes orgánicos por etapas, Puente Piedra-2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Chuquipul Mamani, Karen (ORCID: 0000-0001-7078-8313)

Rojas Novoa, Maria Cristina (ORCID: 0000-0002-3782-5490)

ASESOR:

Dr. Jiménez Calderón, César Eduardo (PhD) (ORCID: 0000-0001-7894-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Lima– Perú

2019

Dedicatoria

Este gran logro es dedicado con mucho amor y respeto a Dios y a mis padres Raúl Rojas Chugnas y Mercedes Novoa Yopla, por haberme tenido mucha paciencia y apoyado todo este tiempo, sé que no fue fácil llegar a la meta, pero tampoco fue imposible, los amo.

Atentamente su hija María cristina Rojas Novoa.

Este trabajo va dirigido con especial afecto a mi creador “Dios”, a mis padres Mauro Chuquipul Flores y Nely Mamani Callata, a mi hermana Ruth Chuquipul Mamani, además de familiares y amigos, que con su presencia y compañía alegran mis días.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios en primer lugar, a nuestros padres, en segundo lugar, porque entre otras cosas nos brindaron, durante estos años de estudio, su confianza, consejo, motivación, amor y sustento.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
I. Introducción	1
II. Método	12
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2. Operacionalización de variables.....	17
2.3. Población y muestra	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.5. Procedimiento	23
2.5.1. Recolección y manejo de los residuos orgánicos para el biofiltro	23
2.5.2. Caracterización de la cáscara de yuca, piña, tuna y grano de linaza	25
2.5.3. Etapas del sistema de tratamiento	28
2.6. Método de análisis de datos	50
2.7. Aspectos éticos.....	50
III. Resultados	51
IV. Discusión.....	64
V. Conclusiones	67
VI. Recomendaciones.....	70
Bibliografía	72
Anexos.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de la cáscara de tuna.....	4
Tabla 2: Descripción del fruto “tuna”	6
Tabla 3: Producción de mucílago de acuerdo con su peso.....	7
Tabla 4: Composición promedio de la grasa lubricante.....	9
Tabla 5: Agua Residual Industrial (V.D)	13
Tabla 6: Biofiltro- Condiciones de la cáscara de piña (V.I)	13
Tabla 7: Biofiltro- Granulometría de la cáscara de piña (V.I)	14
Tabla 8: Biofiltro- Condiciones de la cáscara de yuca (V.I)	14
Tabla 9: Biofiltro- Granulometría de la cáscara de yuca (V.I)	14
Tabla 10: Coagulante y floculante (VI).....	15
Tabla 11: Operacionalización de variables	17
Tabla 12: Coordenadas UTM de la empresa ByV	20
Tabla 13: Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo	20
Tabla 14: Recolección del agua residual industrial	21
Tabla 15: Recolección del agua residual industrial para la planta piloto	22
Tabla 16: Datos Organolépticos de la muestra insitu	22
Tabla 17: Datos de la planta piloto	36
Tabla 18: Datos para calcular la eficiencia	38
Tabla 19: Caracterización de las Cáscaras de Piña y Yuca	52
Tabla 20: Caracterización de la cáscara de tuna y semilla de linaza	52
Tabla 21: Parámetros físicos y químicos de la muestra inicial	52
Tabla 22: Parámetros físicos y químicos del primer tratamiento	53
Tabla 23: Parámetros físicos y químicos de la segunda etapa de tratamiento	53
Tabla 24: Parámetros físicos y químicos de la tercera etapa de tratamiento	54
Tabla 25: Parámetros físicos y químicos de la prueba piloto (Dosis 0.30 g).....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cáscara de tuna	7
Figura 2: Mucílago de linaza	7
Figura 3: Lubricantes utilizados en la empresa ByV.....	9
Figura 3: Sistema de tratamiento del agua residual industrial de la empresa BYV.....	16
Figura 5: Mapa de Ubicación del punto de muestreo.....	19
Figura 4: Uso EPPS antes de ingresar a realizar el muestreo.....	20
Figura 7: Realización del muestreo del agua residual industrial en la empresa ByV.....	21
Figura 8: Toma de muestra del agua residual industrial.....	22
Figura 9: obtención de la cáscara de piña	23
Figura 10: obtención de la cáscara de yuca.....	23
Figura 11: Malla protectora raschel.....	24
Figura 12: Obtención de la cáscara de linaza.....	24
Figura 13: Obtención de la tuna	24
Figura 14: Cáscara de piña, tuna, yuca y granos de linaza.....	25
Figura 15: Selección de los 50 g de cada residuo utilizado.....	25
Figura 16: Colocación del agua destilada.....	26
Figura 17: Obtención del componente de la cáscara.....	26
Figura 18: Colocación de los matraces en el agitador orbital.....	27
Figura 19: Uso del multiparámetro.....	27
Figura 20: tamices empleados.....	28
Figura 21: Tamizado de las cáscaras (yuca – piña).....	28
Figura 22: Cáscaras (yuca – piña) tamizadas en malla 10, 20 y 40	29
Figura 23: Prueba de funcionamiento del biofiltro en laboratorio	29
Figura 24: Piezas para el armado del biofiltro.....	30
Figura 25: Materiales y equipos usados para la construcción del biofiltro	31
Figura 26: composición del biofiltro.....	32
Figura 27: Extracción del mucílago de la cáscara de tuna.....	33

Figura 28: Extracción del mucílago de la cáscara de linaza.....	34
Figura 29: Prueba de jarras utilizando las tres dosis.....	35
Figura 30: Filtro de arena.....	36
Figura 31: Etapas de elaboración de la planta piloto.....	37
Figura 32: Etapas de armado de compost.....	38
Figura 33: Elaboración del compost.....	39
Figura 34: Aparición de planta como resultado del compostaje.....	39
Figura 35: Medición de la temperatura.....	40
Figura 36: Medición de la conductividad.....	40
Figura 37: Medición del potencial rédox.....	41
Figura 38: Medición de la turbiedad.....	41
Figura 39: Lavado del papel filtro.....	42
Figura 40: Secado del balón.....	42
Figura 41: Filtración de la muestra tratada.....	43
Figura 42: Secado del filtro.....	43
Figura 43: Pesado de los sólidos totales.....	44
Figura 44: Filtración de la muestra en el matraz Erlenmeyer.....	45
Figura 45: Medición del pH.....	46
Figura 46: Reactivos utilizados para la medición del DQO.....	47
Figura 47: Titulación de la muestra.....	47
Figura 48: Colocación de la muestra en el vaso winkler.....	48
Figura 49: Reactivos empleados para la determinación del OD.....	48
Figura 50: Incubadora.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Medición de temperatura.....	54
Gráfico 2: Medición de la conductividad eléctrica	55
Gráfico 3: Medición del potencial rédox	55
Gráfico 4: Comparación de la turbiedad aplicando dosis diferentes.....	56
Gráfico 5: Comparación de aceites y grasas aplicando dosis diferentes.....	56
Gráfico 6: Comparación de sólido disueltos aplicando dosis diferentes.....	57
Gráfico 7: Comparación de los sólidos totales aplicando dosis diferentes.....	57
Gráfico 8: Comparación de los SST aplicando dosis diferentes.....	58
Gráfico 9: Resultado de pH	58
Gráfico 10: Comparación del DQO aplicando dosis diferentes.....	59
Gráfico 11: Comparación del OD aplicando diferentes dosis.....	59
Gráfico 12: Comparación del DBO5 aplicando dosis diferentes.....	60
Gráfico 13: Parámetro de la temperatura, pH y sólidos totales de la prueba piloto.....	61
Gráfico 14: Parámetros de SD, SST y OD de la prueba piloto.....	61
Gráfico 15: Parámetros DBO5, turbidez y potencial redox de la prueba piloto.....	62
Gráfico 16: Parámetros de conductividad eléctrica en la prueba piloto.....	62
Gráfico 17: Parámetro de grasa y aceite de la prueba piloto.....	63

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Para hallar la eficiencia.....	38
Fórmula 2: Fórmula para hallar la concentración de Aceites y grasas	43
Fórmula 3: Fórmula para hallar SD.....	44
Fórmula 4: Fórmula para hallar los ST	45
Fórmula 5: Fórmula para hallar SST	46
Fórmula 6: Fórmula para hallar el DQO	47
Fórmula 7: Fórmula para hallar el OD	48
Fórmula 8: Fórmula para hallar el DBO5	49

Resumen

El uso de biofiltro y floculante orgánico utilizado en este trabajo de investigación representa una alternativa sostenible para el tratamiento de aguas residuales industriales, principalmente si se desea reducir la concentración de aceites y grasas. Las cáscaras de yuca y piña no representan un valor económico para las personas, por lo que comúnmente se desecha. En esta investigación se diseñó un biofiltro con estos residuos, que previamente pasaron por los procesos de secado natural y artificialmente, molienda y tamizado (0.425 mm, 0.850 mm y 2.00 mm). Como siguiente etapa del tratamiento, se empleó el residuo de linaza como floculante orgánico, que mediante prueba de jarra se probó diferentes dosis (0.15 g, 0.30 g y 0.45 g). Por último, se colocó un filtro de arena fina para disminuir la presencia de algunas partículas sólidos. Como resultado se obtuvo que la dosis 0.30 g redujo más la concentración de aceites y grasas, pasando de un 94.96 mg/l de aceites y grasas a un 0.69 mg/l promedio.

Palabras claves: Tratamiento del agua, calidad del agua, agua residual.

Abstract

The use of biofilter and organic flocculant used in this research represents a sustainable alternative for the treatment of industrial wastewater, mainly if you want to reduce the concentration of oils and fats. Cassava and pineapple husks do not represent an economic value for people, so they are commonly discarded. In this research, a biofilter was designed with these residues, which previously went through the processes of natural drying and artificially, milling and sieving (0.425 mm, 0.850 mm and 2.00 mm). For the next stage of treatment, the linseed residue was used as a flocculant, by pitcher tests, at different doses (0.15 g, 0.30 g and 0.45 g). Finally, a fine sand filter was placed to reduce the presence of some solid particles. As a result, it was obtained that the 0.30 g dose reduced the concentration of oils and fats, going from 94.96 mg / l to an average 0.69 mg / l.

Keywords: Water treatment, water quality, wastewater.

I. Introducción

El agua es un bien común imprescindible para los seres vivos que se regenera mediante el ciclo hidrológico, sin embargo, este proceso es lento, colocando así a este recurso en peligro. Su consumo se registra en tres sectores: industrial, agrícola y doméstico.

El porcentaje de uso del agua en los países desarrollados es del 30% para el sector agrícola, 11% para doméstico y 59 % son destinados para el uso industrial, siendo así el sector productivo el que más agua consume y mayor efluente contaminante produce, según el primer informe de Naciones Unidas para desarrollo de los recursos hídricos del mundo, Agua para todos, agua para la vida (Unesco, 2003).

En nuestro país el sector metalmecánico tiene más de 45 mil empresas formales, el 98.7% (44,918) se clasifica como micro y pequeña empresa, el 1.3% (297) mediana y gran empresa (Ministerio de la Producción, 2018). Durante su proceso, estas empresas generan impactos ambientales, tanto al aire como al agua. Según la ex viceministra de gestión ambiental María Valle, el 70% de las aguas residuales industriales y domésticas son vertidas sin tratar (Andina, 2010). La contaminación de las aguas en este sector es efectuada por los diversos compuestos utilizados durante sus procesos, como aceites y grasas, disolventes, taladrinas, refrigerantes, decapantes, desengrasantes, etc.

La empresa ByV, lugar donde se va a desarrollar nuestra investigación, genera aproximadamente 180 litros de agua semestrales, contaminados de entre otras con aceites y grasas, volumen que podría ir en aumento debido a la recuperación significativa que está teniendo este rubro, ya que los primeros cuatro meses del 2018 la producción del sector metalmecánico registró un incremento de 6,1%, ascendiendo así sus ingresos a US\$219 millones, que en comparación al periodo del año 2017 creció 25.1%, así lo informo el exministro de la Producción, Raúl Pérez-Reyes (Gestión, 2018).

Actualmente existen considerables estudios que demuestran el uso de materiales orgánicos para el tratamiento de aguas residuales. A continuación, se citarán algunos **trabajos previos** que demuestran la empleabilidad de ciertos materiales orgánicos para el tratamiento de aguas contaminadas:

La cáscara de yuca es un residuo orgánico que muchas veces es desechada porque no presenta un valor económico, sin embargo, estos han sido utilizados en diferentes investigaciones para mejorar la calidad del agua residual. Por ejemplo, para la remoción de aguas contaminadas por plomo (Tejada, Montiel and Acevedo 2016). En este estudio la

cáscara de yuca cumple la función de ser un adsorbente natural, alcanzando una capacidad de adsorción de 52.34 mg/g.

Witold, Hagg y Ram (2009) resalta el uso de polímeros (polisacáridos) naturales utilizados como floculantes orgánicos para el tratamiento de agua residual industrial. Entre sus razones principales están las cuestiones ambientales, como es el caso de la capacidad de biodegradación.

Ceballos y De la Cruz (2002) en su investigación “Taxonomía y morfología de la yuca” mencionan que la cáscara de la yuca está compuesta por peridermis (compuesta por celulosa de corcho) y corteza, lo cual permite que tengan alta porosidad.

La piña es una fruta que se comercializa abundantemente y es consumida por su agradable sabor. En ocasiones es vendida en avenidas de algunos distritos en forma de rodajas por comerciantes ambulantes. A consecuencia de ello las cáscaras de estas frutas se evidencian en lugares que son utilizados como botadero. Aunque algunos desconocen de las propiedades de la cáscara de la piña, estas pueden ser utilizadas como adsorbentes de contaminantes.

Payán (2016), en su investigación “Estudio y diseño de biofiltros a partir de materia orgánica para el tratamiento de agua” utilizó las cáscaras de uva, naranja, toronja y mandarina, logrando remover elementos peligrosos del agua como son Flúor (F), Arsénico (As), Plomo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), y Zinc (Zn). Esto es producido por la presencia de flavonoides presentes en estas cáscaras.

Aunque aquí no se utilizó la cáscara de la piña en otro estudio realizado por Contreras [et al] (2016) menciona que este metabolito también se encuentra en la piña.

I. Alomá, G. Blazquez et al (2016) utilizó la cáscara de piña como biofiltros para la extracción de níquel. Este elemento químico llamado “níquel” es empleado para la fabricación de productos requeridos por la sociedad, por lo que su uso continuo se ha convertido en un gran problema para el Medio Ambiente. Al usar la cáscara de piña no solo se evaluó su capacidad biosorbente (la cáscara de la piña) si no también se estudió sus variables (tamaño de partícula, pH, etc.), obteniendo al final buenos resultados de disminución de níquel.

Morejón (2017) en su investigación dentro de este proceso, para el tratamiento de agua de consumo humano, utiliza el mucílago de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la clarificación del agua de consumo humano en la Provincia del Carchi (Ecuador), aprovechando que esta materia prima existe en la zona. Finalmente, se demuestra el éxito de la utilización del

mucílago de tuna como una inversión mínima al emplear el residuo natural frente al coagulante químico.

Moreno (2016) en su tesis “Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba – Cajamarca utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*” teniendo como resultado la *Opuntia ficus indica* como coagulante-floculante produce una mayor reducción de turbiedad en un promedio de 61.09% para ello aplicó dos dosis una de 6 g y otra de 9 g para un volumen de 1000 ml, siendo la dosis 6g la que produjo una mayor disminución de turbidez.

Jiménez (2014) la cáscara de tuna es la parte desechada después de consumir la pulpa. Durante la primera semana después de la floración la cáscara de la tuna tiende a crecer más que el tejido que origina la pulpa, condición que luego se invierte y el lóculo empieza a aumentar, principalmente los últimos 30 días del desarrollo del fruto, por lo que es esencial el riego durante esta etapa.

Investigaciones efectuadas por diversos autores señalan que el porcentaje de la cáscara es dependiente a los lugares de cultivo, en el caso de *O. ficus-indica* producida en Chile, tiene como porcentaje de cáscara un 50,5% y 49,6% es perteneciente a la parte comestible (pulpa y semilla), de ello (pulpa y semilla) el 78,9% correspondió a pulpa y 20,1% a semillas.

Tabla 5: Composición química de la cáscara de tuna

Componentes	% en peso seco
Cenizas	11,5
Grasa y ceras	11,0
Lignina	2,4
Proteína (Nx 6.25)	8,6
Mucílago	4,1
Otros polisacáridos	35,0
Celulosa	27,0

Fuente: Jiménez (2014); Habibi et al. (2004).

La linaza es una semilla que muchas veces después de su primer uso es desechado como residuo; el mucílago es un tipo de polisacáridos que también se halla es este. Según la doctora Morris en Nuevos datos de la Linaza (2015) confirma esta postura, mencionando lo siguiente: “La principal fibra soluble de la linaza es el mucílago”.

Minaya (2018), en su estudio “Eficacia de los coagulantes *Linum usitatissimum* y *Salvia hispánica* en la remoción de sedimentos de las aguas residuales de la avícola San Fernando S.A.C. para el uso de riego categoría 3”, concluyó que la remoción de sedimentos por Linaza fue de un 65%. Recomendando que las semillas de Linaza que se van a emplear sean de la primera cosecha para obtener una buena calidad de mucílago.

Ya que se ha hablado de los biofiltros (cáscara de yuca - cáscara de piña) y floculantes (linaza y la tuna) orgánicos que se van a utilizar en el trabajo, a continuación, también veremos algunos otros estudios innovadores que se han presentado entorno al tratamiento de aguas industriales utilizando en muchos casos materia orgánica.

Varga y Romero (2010) estudiaron el tratamiento de agua residual industrial mediante el proceso de coagulación y floculación, utilizando para ello el sulfato de aluminio juntamente con el *Triumfetta semitriloba* (mozote de caballo) como floculante natural. Obteniendo como resultado que el mozote de caballo mostró remoción de turbidez cercanos al 99% y un 100% para el caso del DQO, revelando así la potencialidad del mozote de caballo como floculante para el tratamiento de aguas.

Díaz (2014) dentro de su estudio “Coagulantes-Floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas” utilizó plantas como: moringa, caulote, yuca, papa y el mucílago de la casulla del café, en forma de coagulantes y floculantes. Obteniendo como resultado que el coagulante-floculante natural más efectivo y económico de los cinco es el caulote, obteniendo clarificar 100% y normalizando sus parámetros de turbidez y oxígeno disuelto.

Bravo (2017) describe el estudio del *Opuntia ficus indica* (cactus) usado como coagulante y floculante para el tratamiento de aguas residuales, resaltando los beneficios de su uso en la purificación de las aguas superficiales y residuales que albergan altos niveles de metales pesados, turbidez, colorantes y DQO.

Las investigaciones vistas anteriormente revelan el valor que pueden llegar a tener ciertas materias orgánicas para el tratamiento del agua y, a su vez, dan luz verde a la profundización y ampliación de estudios en materia de saneamiento utilizando estos tipos de materiales.

Como parte de las **teorías relacionadas** de esta investigación se detallan algunos conceptos, como: Aguas residuales industriales, son aquellas que provienen de una actividad o trabajo en cuyo sistema, ya sea de producción o transformación se emplea el agua. Como resultado final de su uso tienden a estar más contaminadas en comparación a las aguas residuales urbanas (Muñoz, 2008, p. 107) - Tratamiento de aguas residuales industriales, se define al coste del tratamiento para el agua residual industrial varía de acuerdo con la calidad que se busca, cuanto mejor tratada sea el agua está representará un incremento en el coste (Rigola, 1990, p.43) - Floculación, se le llama al proceso continuo de la coagulación (desestabilización de las partículas coloidales), su fin es acrecentar y aglomerar los flóculos formados previamente para que estos por su dimensión y peso puedan sedimentar (Díaz, 2014, p. 23).

La naturaleza de los floculantes puede ser: mineral, orgánico natural (polímeros naturales extraídos de restos de animales o vegetales.

polímeros naturales extraídos de restos de animales o vegetales) y orgánico de síntesis.

Castro [et al] (2009) define a la tuna (*Opuntia ficus-indica* como una planta de gran importancia para la agricultura y la cría de animales domésticos, donde los tallos se utilizan como forraje para el ganado, especialmente en épocas de sequía, también los restos se usan para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Sus frutos son consumidos en forma natural como en mermeladas y bebidas, y también comercializados en los principales mercados del país.

Batalla, [et al] (2013) el principal productor mundial de tuna es en México (*Opuntia ficus-indica*), donde existen 23 variedades de tunas comestibles y la producción registra actualmente un volumen mayor a 400,000 tn, presentándose las tunas blancas, púrpuras, rojas, anaranjadas y amarillas. A diferencia de las demás, las tunas de pulpa blanca y cáscara verde son las más consumidas, siendo así su producción total el 95%.

Tabla 6: Descripción del fruto “tuna”

Fruta	Unidad	Peso del fruto	Área de la cascara	Perímetro de la cascara	Color del fruto	Cantidad del mucílago
Tuna	1	145 g	76.2	48.5 cm	Verde	20 g

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1: Cáscara de tuna

La linaza (*Linum usitatissimum*) es una buena fuente de grasa vegetal omega-3, fibra dietética, rica en ácido alfa-linolénico y otros nutrientes. Las semillas que son utilizadas para alimentación humana y animal son cosechadas y posteriormente tamizadas a través de una malla fina, lo que resulta en un conjunto uniforme de semillas enteras (consideradas 99.9% puras).

La semilla de linaza mide entre 4 y 6 mm y tiene una textura tostada y chiclosa y un agradable sabor a nuez (LINAZA- Un Producto Premier de Salud y Nutrición, 2015).

Descripción de la “semilla linaza” y la cantidad de mucílago que puede llegar a producir:

Tabla 3: Producción de mucílago de acuerdo con su peso

Peso de Linaza	Cantidad de mucílago
25 g	30g
50 g	45g
100 g	75g

Fuente: Elaboración propia

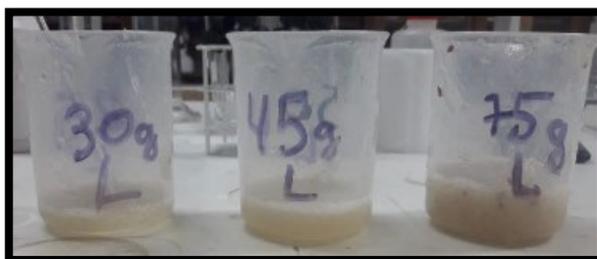


Figura 2: Mucílago de linaza

Los lodos son el subproducto del tratamiento del agua, que implica a su vez, un costo adicional para su disposición. Algunos procesos que se utilizan en EE. UU y Europa para tratar los lodos son: digestión anaerobia, digestión aerobia, tratamiento químico e incineración (Oropeza, 2006, p. 2). Según Amador, Veliz, Bataller (2015) se están desperdiciando las propiedades beneficiosas de los lodos, ya que pueden ser aprovechadas para la agricultura o en el mejoramiento de los suelos por poseer componentes valiosos de materia orgánica y nutrientes.

Para Limón (2013) la producción de lodos puede alcanzar beneficios dependiendo de su proceso de tratamiento, entre ellos, el aprovechamiento en la agricultura, proveyendo nutrientes esenciales para el crecimiento de vegetales.

Los biofiltros son dispositivos constituidos por un lecho filtrante biológicamente activo, que eliminan una amplia gama de compuestos contaminantes provenientes de una corriente de flujo (agua o aire) a través de él mediante un proceso biológico” (Liñan, 2015). El cual puede actuar de dos formas, como un elemento de retención de partículas en suspensión y como soporte de la actividad microbiana.

Los materiales orgánicos que se emplean en este trabajo de investigación son: la cáscara de yuca y la cascara de piña. La Piña (Ananas Comus) pertenece a la familia de las bromeliáceas que, dentro de su descripción botánica, la raíz de la planta se puede encontrar a los 15 centímetros de la superficie; su tallo es carnoso y cubierto de hojas en forma de espiral; su fruto es dulce y tiene una cáscara gruesa y resistente (Sandoval y Torres, 2011). Solo el 57% de la piña es comestible a diferencia de otras frutas (Basantes y Chasipanta, 2012). Según Carias (2015) la piña es la tercera fruta tropical importante a nivel mundial después de la producción de plátano, en el mercado internacional en dominado por unas cuantas compañías multinacionales, donde desarrolla la infraestructura para procesar y comerciar la piña en diferentes partes del mundo para el cultivo.

La yuca (Manihot esculenta Crantz) es un tubérculo que pertenece a la familia de las Euforbiácea. Morfológicamente la planta puede llegar a crecer 4 metros de altura, sus tallos se caracterizan por ser semileñosos, y sus hojas pueden variar de color entre rojo, verde o púrpura uniforme o manchado; lo provechoso de esta planta son sus raíces que se acrecientan almacenando carbohidratos (Sacsara Yury et al., 2018). Para Rodríguez [et al.] 2016, la producción de yuca sobrepasó los 270 millones de toneladas en el 2014. Siendo el continente africano el que más consumió con un 53,7 %, seguido de Asia (30,7%) y América (15,6 %).

Otros términos que se necesitan conocer son: los refrigerantes, para ello Plazas (2012) llama refrigerante a cualquier elemento o sustancia que ayude a disminuir la temperatura de un cuerpo, produciendo así su enfriamiento; lubricantes, Tenazoa y Mallqui (2017) llama lubricantes a las sustancias que, colocada entre dos partes móviles crea una capa que impide su contacto directo, de tal manera que facilita su movimiento a elevadas temperaturas y presiones, así mismo se pueden clasificar según su origen en dos tipos: naturales (minerales y vegetales) y artificiales (sintéticos y semisintéticos).



Figura 3: Lubricantes utilizados en la empresa ByV.

“Una grasa lubricante es un material semifluido formado por un agente espesante, un aceite base y, normalmente, una serie de aditivos” (Estíbaliz Aranzabe, 2017, p.2). El componente de una grasa lubricante puede variar de acuerdo con su aplicación.

Tabla 4: Composición promedio de la grasa lubricante

Aceite base: 75-96%	Espesante: 3-25%	Aditivos: 0-10%
Aceite mineral Aceite sintético Aceite vegetal	Jabones metálicos simples Jabones metálicos complejos Espesantes con base no jabonosa Espesantes inorgánicos	

Fuente: Estíbaliz Aranzabe, 2017, p.2

La grasa que emplea la empresa ByV es “Grasa EP-2 Lithium”, está es elaborada a base de jabón de litio y aditivos de extrema presión combinados con aceites básicos seleccionados.

“Entre sus propiedades destacan: estabilidad en altas temperaturas, resistente a la corrosión, inhibición contra la oxidación (Vistony, 2018)”.

La **formulación del tema** de investigación, se subdividen dos: problema general y problema específico. Como **problema general** se ha planteado conocer cuál es la eficiencia del uso de biofiltros y floculantes orgánicos, para el tratamiento del agua residual industrial de la

empresa metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019. Y como **problemas específicos** se han determinado cuatro, el primero es saber ¿cuál es el diagnóstico inicial de la calidad del agua residual industrial en la empresa Metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019?; el segundo, identificar ¿cuál es la granulometría óptima del biofiltro para el tratamiento del agua residual industrial de la Metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019?; el tercero, determinar ¿cuál es la dosis adecuada del floculante orgánico para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019? y por último el cuarto, es identificar ¿cuál será la calidad del agua residual industrial postratamiento, de la empresa Metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019?.

Este estudio busca aplicar métodos innovadores para la reutilización del agua de uso industrial, utilizando biofiltros (cáscara de Manihot esculenta-Yuca y Ananas comosus-Piña) y floculantes naturales (mucílago de *Opuntia ficus-indica-Tuna* y la semilla *Linum usitatissimum-Linaza*). Además de tratar debidamente los residuos generados durante el tratamiento, empleando al microorganismo *penicillium* que degradará a los aceites y grasas para convertirlos en compost.

Como observamos en este sistema se utilizará material orgánico, que en muchos casos son desechados, porque no representan ningún costo en el mercado, sin embargo, nosotros lo utilizaremos como materiales para desarrollar este tratamiento.

Adicionalmente, la empresa ByV paga un costo considerable por el servicio de transporte y manejo de sus efluentes contaminados. Pero con este tratamiento de forma in-situ se evitará el costo constante cada vez que se requiera del servicio.

Durante los últimos años, tanto en otros países como también el Perú, se está impulsando el uso eficiente de los recursos, lo que implica menor producción de residuos y la reducción de los costos operativos.

La empresa ByV al adoptar este sistema de tratamiento propuesto, estará comenzando a incorporar un sistema de gestión ambiental en sus propios procesos productivos, convirtiéndose en una empresa ecoeficiente que, según la guía de ecoeficiencia para empresas, realizadas por el Minam en el 2009, ayuda a que obtengan más valor en los mercados financieros, reconociéndose así que las compañías ecoeficientes evidencian un mejor desempeño financiero. Esto sería un plus para la empresa ByV. Por lo antes dicho, la **justificación** de estudio se basa en: darle un tratamiento adecuado al agua residual industrial a fin de que sea reutilizada, disminuir los costos de la empresa, emplear un método de tratamiento que no impacte al medioambiente, convertir a la empresa en un modelo referente,

y finalmente tendrá un impacto positivo en las personas aledañas a ella, ya que será una empresa responsable con la salud ambiental.

Como **hipótesis general** sea planteado conocer si los biofiltros y floculantes orgánicos son eficiente para tratamiento del agua residual industrial en la empresa metalmecánico ByV, Puente Piedra, 2019; teniendo como hipótesis nula la ineficiencia del tratamiento. Como **hipótesis específicas** se tienen cuatro: siendo la primera, el lograr analizar y diagnosticar la calidad inicial del agua residual industrial de la empresa metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019, y su nula que vendría ser el no se logra analizar y diagnosticar la calidad inicial del agua residual industrial de la empresa metalmecánico ByV, Puente Piedra- 2019; como segunda hipótesis alternativa se ha planteado identificar la granulometría óptima para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019, y como nula el no lograr identificar la granulometría óptima para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019; como tercera hipótesis alternativa, la dosis adecuada del floculante orgánico para el tratamiento del agua industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019, y como nula el no lograr establecer la dosis adecuada del floculante orgánico para el tratamiento del agua industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019; y como última hipótesis alternativa se planteó el logra mejorar la calidad del agua residual industrial postratamiento, de la empresa Metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019, correspondiendo como hipótesis nula el no lograr mejorar la calidad del agua residual industrial postratamiento, de la empresa Metalmecánico ByV, Puente Piedra-2019.

Los objetivos de esta tesis guardan relación con los problemas que ya se hemos mencionado. Por lo que tenemos como **objetivo general** el identificar y analizar la eficiencia del tratamiento del agua residual industrial utilizando biofiltros y floculantes orgánicos en la metalmecánica ByV, Puente Piedra, 2019. Y como **objetivos específicos** el Analizar los parámetros físicos y químicos iniciales del agua residual industrial de la empresa metalmecánico ByV, para diagnosticar su estado de calidad, Puente Piedra-2019; identificar la granulometría óptima del biofiltro para el tratamiento del agua residual industrial de la Metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019; evaluar y establecer la dosis de floculante orgánico que disminuya más la concentración de aceites y grasas en el agua residual industrial de la Metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019; mejorar la calidad del agua residual industrial postratamiento, de la empresa Metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.

II. Método

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es experimental, en donde se manipulan intencionalmente dos variables independientes, para consecuentemente analizar su efecto en la variable dependiente.

El diseño de la investigación es realizado con preprueba-posprueba. Por lo tanto, se tomará una muestra de agua residual industrial, que se le aplicará una preprueba para conocer las características físicoquímicas antes del tratamiento, luego de que se manipula la variable independiente se volverá a medir (posprueba).

Simbología básica para diseños experimentales:

R: Asignación aleatoria

G: Grupo de sujetos o datos

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental

0: Medición de los sujetos de un grupo. Si aparece previo al tratamiento, se trata de una preprueba. Si aparece luego del tratamiento se trata de una posprueba.

Con tratamiento: RG1 01 X 02

Pre-post tratamiento: Descripción de las variables para el tratamiento.

Tabla 5: Agua Residual Industrial (V.D)

Cantidad usada de muestra	Litro
TR1	15 L
TR2	15 L
TR3	15 L
PPMC	18L

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Biofiltro-Condiciones de la cáscara de piña (V.I)

Cáscara húmeda de piña (peso kg)	18 kg
Duración de secado naturalmente	2 semanas
Tiempo de tostado	15 min
Temperatura de tostado	150°C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Biofiltro-Granulometría de la cáscara de piña (V.I)

CÓDIGO	MALLA 10	MALLA 20	MALLA 40	TOTAL
MMT1	300g	200g	50g	550g
MMT2	300g	200g	50g	550g
MMT3	300g	200g	50g	550g
PPM	360g	240g	60g	660g
Fuente: Elaboración propia				2.31 kg

Tabla 8: Biofiltro- Condiciones de la cáscara de yuca (V.I)

Cáscara húmeda de yuca (peso kg)	15 kg
Duración de secado naturalmente	1 semana
Tiempo de tostado	15 min
Temperatura de tostado	150°C

Fuente: Elaboración propia**Tabla 9:** Biofiltro- Granulometría de la cáscara de yuca (V.I)

CÓDIGO	MALLA 10	MALLA 40	TOTAL
MMT1	300g	50g	350g
MMT2	300g	50g	350g
MMT3	300g	50g	350g
PPM	360g	60g	420g
Fuente: Elaboración propia			1.47 kg

Tabla 10: Coagulante y floculante (VI)

	Volumen Inicial	Volumen prueba de jarra	Coagulante			Total	Floculante			Total	Promedio
			PJ-1	PJ-2	PJ3		PJ-1	PJ-2	PJ3		
TR1	15L	1200ml	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	1.8g
TR2	15L	1200ml	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	1.8g
TR3	15L	1200ml	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	0.15g	0.30g	0.45g	0.9g	1.8g

Fuente: Elaboración propia

Las etapas de la investigación se describen a continuación:

- ETAPA 1: Diagnóstico del problema
- ETAPA 2: Análisis inicial de la muestra
- ETAPA 3: Tratamiento de las aguas residuales industriales
- ETAPA 4: Análisis final de las muestras de agua después del tratamiento
- ETAPA 5: Comparación de resultado

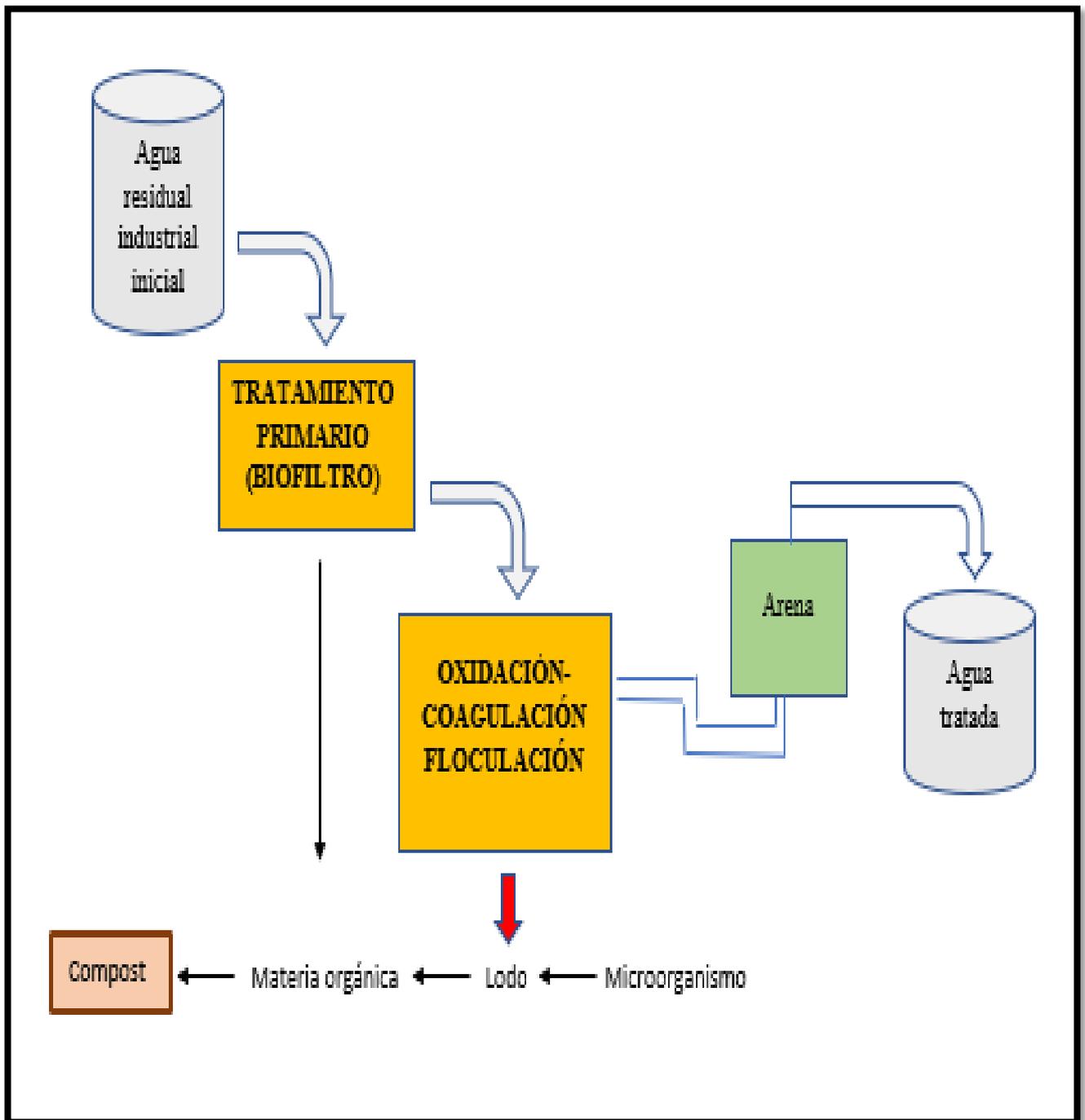


Figura 4: Sistema de tratamiento del agua residual industrial de la empresa BYV.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 11: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala de medición
Variable Dependiente: Agua residual industrial	Son aquellas que proceden de actividades industriales y que a diferencia de otras aguas residuales no eliminan de manera tradicional, ya sea por su nivel de toxicidad, concentración o su naturaleza química (Rodríguez <i>et al</i> , 2009).	Determinar los parámetros físicos y químicos del antes y después del tratamiento en la empresa ByV SAC, Puente Piedra -2019.	Características físicas	Temperatura	°C	Razón
				Aceites y grasas	mg AYG / l	
				Turbidez	NTU	
				Sólidos totales	mg/l	
				Sólidos disueltos	mg/l	
				Sólidos suspendidos totales	mg/l	
			Características químicas	pH	Unidad de ph	Razón
				Potencial redox	m/v	
				Conductividad eléctrica	μS/m	
				DQO	mg/l	
				Oxígeno disuelto	mg/l	
DBO5	mg/l					

Variable independiente Biofiltro y floculante orgánico	Biofiltros: Es una técnica de control, para capturar elementos, sustancias no deseadas. Dentro de los usos comunes del biofiltro se puede aplicar para el tratamiento de aguas residuales industriales (Thefreedictionary, 2019)	Determinación de la eficiencia de uso de Biofiltro (cáscara de Manihot esculenta y Ananas comosus) y floculantes naturales (mucílago de <i>Opuntia ficus-indica</i> y el grano (<i>Linum usitatissimum</i>) en el tratamiento de agua residual industrial en la empresa ByV SAC. – Puente Piedra se utilizará la siguiente fórmula: Eficiencia $n = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$	Características físicas (biofiltro)	Peso	g	Razón
	Floculante: Es un proceso continuo a la coagulación (desestabilización de las partículas coloidales), su fin es acrecentar y aglomerar los flóculos formados previamente para que estos por su dimensión y peso puedan sedimentar (Díaz, 2014, p. 23).			Granulometría	mm	
Característica mucílago		Temperatura		°C	Razón	
		pH		NTU		
		Conductividad eléctrica		μS/m		
Remoción	%					

2.3. Población y muestra

Población: En promedio 180 litros de agua residual industrial de la empresa metalmeccánica ByV, Puente Piedra- Lima, 2019.

Muestra: 18 L de agua residual industrial de la empresa metalmeccánica ByV, Puente Piedra- Lima, 2019.

Muestreo: El muestreo se realizó en la empresa ByV, ubicado a la altura del puente Los Sauces en el distrito de Puente Piedra. Tiene un área de trabajo de 300 m².

A continuación, se aprecia el lugar en donde se realizará el muestreo.

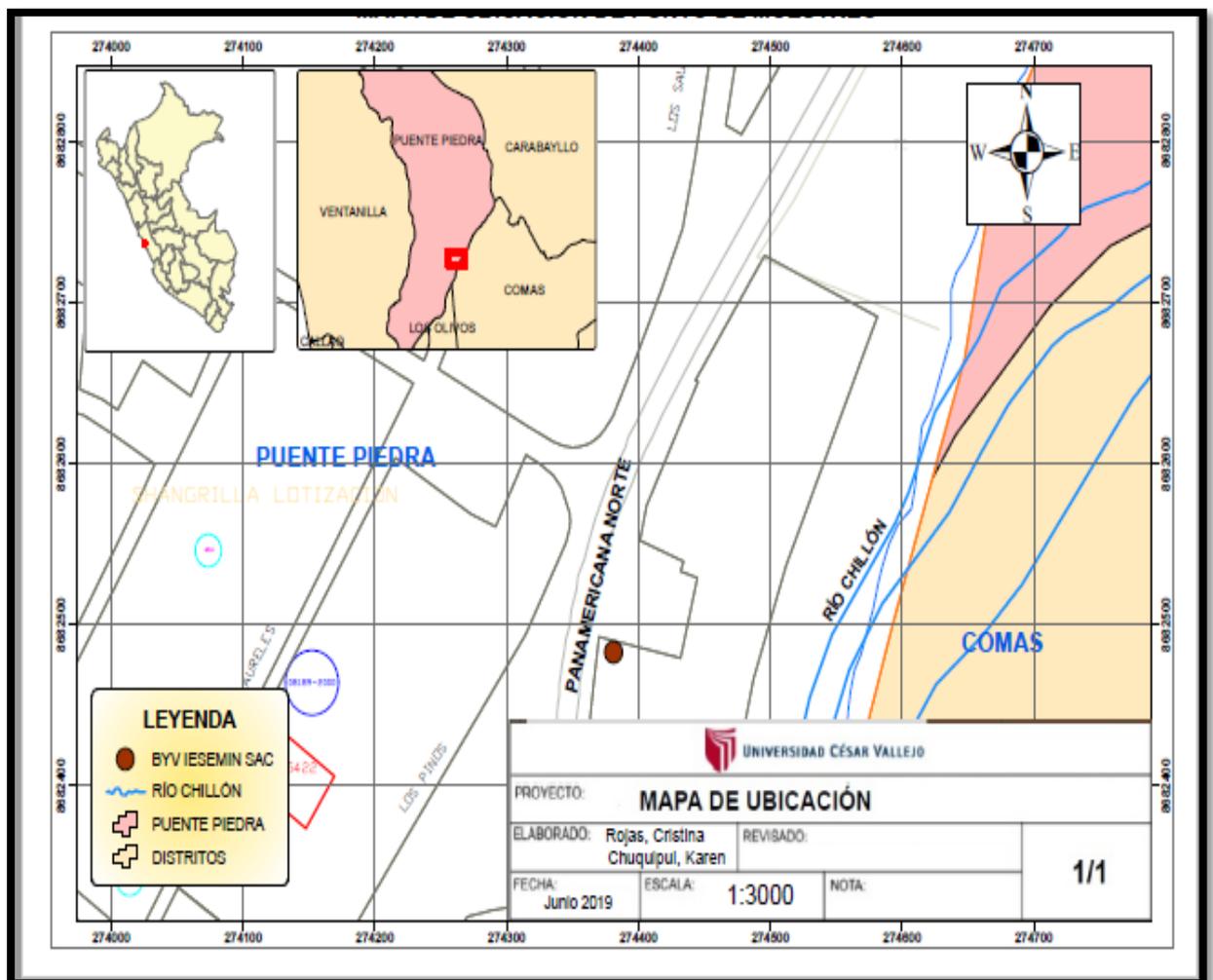


Figura 5: Mapa de Ubicación del punto de muestreo.

Georeferenciación

Tabla 12: Coordenadas UTM de la empresa ByV

Lugar	X	Y
Empresa ByV	274619.62 m	8682484 m

Fuente: Elaboración propia

El muestreo se realizó respetando el protocolo de monitoreo para la toma de muestras dado por DIGESA mediante resolución dictatorial RD N° 160-2015-DIGESA.

Dentro de las provisiones que se tomaron antes de realizar el muestreo fue contar con cinta de embalaje, cadena de custodia, cámara fotográfica, balde de 25 L, lapicero, jarra de 1L, GPS, y equipos de protección personal como: casco de seguridad, mameluco de color azul, zapatos de seguridad, lentes de protección visual, tapones auriculares, mascarilla 3M.



Figura 6: Uso EPPS antes de ingresar a realizar el muestreo.

El método de muestreo que se empleó fue el probabilístico de tipo aleatorio simple. Por lo que se escogió 3 puntos de muestreo representativos.

Tabla 13: Coordenadas de ubicación de los puntos de muestreo

Puntos		Coordenadas (utm)	
		X	Y
1	Torno 2	274910.7	8681822.7
2	Torno 7	274910.7	8683666.7
3	Torno 8	274897	8683666.7

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de la toma de muestra se tuvo que coordinar previamente con la empresa ByV el día y la hora. Ya aceptado el permiso se ingresó a la empresa. Estando ahí nos colocamos los EPP necesarios. Una vez adentro observamos los tornos a utilizar y colocamos en la cadena de custodia datos como: hora, fecha, georreferenciación, responsable del muestreo, lugar, tipo de efluente, tipo de frasco y el volumen de muestra.



Figura 7: Realización del muestreo del agua residual industrial en la empresa ByV.

Se tomó 15 litros de cada torno. No fue necesario su conservación en los tres casos ya que, el laboratorio se encuentra a una hora y treinta minutos del lugar.

Antes de trasladar la muestra se verificó el correcto tapado del balde para evitar derrames en el camino.

Tabla 14: Recolección del agua residual industrial

Punto	Código	Fecha	Hora	Volumen de muestra
1	ARI-T2	17-06-2019	7:00 am	15 L
2	ARI-T7	17-06-2019	7:15 am	15 L
3	ARI-T8	17-06-2019	7:30 am	15 L
				ARI-TT 45 L

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Recolección del agua residual industrial para la planta piloto

Punto	Código	Fecha	Hora	Volumen de muestra
1	ARI-T2	23-06-2019	7:30am	6 L
2	ARI-T7	23-06-2019	8:05 am	6 L
3	ARI-T8	23-06-2019	8:10 am	6L
				ARI-TT 18 L

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Datos Organolépticos de la muestra insitu

Código	Color	Olor	Descripción de observación
ARI-TT	Blanco Lechoso	Olor a lubricante	Al momento de tomar la muestra observamos la presencia de virutas sobrantes juntamente con refrigerante. Se notó que el líquido era considerablemente denso debido a la gran cantidad de grasa y aceite presente.

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Toma de muestra del agua residual industrial.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica e instrumento: la técnica de la investigación es por observación y los instrumentos corresponden a diversas tablas de acopio de datos de acuerdo a las mediciones establecidas en la operacionalización de variables (Fernández 2006, p.4).

Los instrumentos serán los siguientes:

- 1.- Ficha de campo
- 2.- Ficha de custodia
- 3.- Ficha de caracterización del agua inicial
- 4.- Ficha de tratamiento

Estos serán validados por especialistas relacionados con el tema de investigación.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Recolección y manejo de los residuos orgánicos para el biofiltro

Para la realización de los biofiltros se utilizó la parte desechable de la yuca (Manihot esculenta) y piña (Ananas comosus), es decir sus cáscaras. Para ello se recolectó 15 kilos aproximadamente de yuca y 18 kg de piña. Conseguidas las cáscaras fue necesario cortarlas, dejarlas secar por una semana como mínimo cubiertas por una malla protectora raschel para minimizar el impacto del sol y después triturarlas con un molidor automático.



Figura 9: Obtención de la cáscara de piña.



Figura 10: Obtención de la cáscara de yuca.



Figura 11: Malla protectora raschel.

Para la floculación

Como floculantes se reutilizó la cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica*) y el grano de linaza (*Linum usitatissimum*). La cantidad de cáscaras de tuna utilizada fue de 2 kg, su obtención fue de fácil acceso debido a dos razones: por su temporada y porque algunos comerciantes venden este fruto pelado y desechan sus cáscaras porque no presentan ningún valor económico. La parte mogosa (mucilago) de la tuna fue lo que se utilizó como floculante para el tratamiento.

Para el caso del grano de linaza, se obtuvo como desecho y se recolectó 3 kg, donde solo se utilizó el mucilago de la linaza para el tratamiento.



Figura 12: obtención de la linaza.



Figura 13: Obtención de la cáscara de tuna.

2.5.2. Caracterización de la cáscara de yuca, piña, tuna y grano de linaza

Procedimiento:

Se pesó 50 g de cáscaras de yuca, piña y tuna previamente trituradas. A diferencia de los granos de linaza que se tomó la misma cantidad, pero se usó directamente para extraer el mucílago.



Figura 14: Cáscara de piña, tuna, yuca y granos de linaza.



Figura 15: Selección de los 50 g de cada residuo utilizado.

Luego de pesarlas se le colocó a cada una en matraces correspondiente. Agregamos 200 ml de agua destilada (ver foto 19), dando leves movimientos circulares y dejamos reposar por 10 minutos para que el agua destilada recepcione propiedades de la cáscara y podamos medir sus parámetros físicos.



Figura 16: Colocación del agua destilada.



Figura 17: Obtención del componente de la cáscara.

Posteriormente, se dejó las muestras en un agitador orbital por 30 minutos. Para finalmente medir sus parámetros físicos utilizando como instrumento un multiparámetro. Los resultados se ubican en la tabla 20.



Figura 18: Colocación de los matraces en el agitador orbital.



Figura 19: Uso del multiparámetro.

Los ajustes que se incorporaron fueron dos: el primero, fue tostar por unos 15 minutos las cáscaras que se iban a emplear como biofiltro a una temperatura de 500 °C, con el objetivo de que el ciclo de vida sea de mayor la duración, cuando estas se utilizarían en el tratamiento y terminar con la descomposición de los residuos orgánicos su putrefacción y el mal olor (los aceites y grasas presentes en el agua residual industrial generaba que las cascaras obtengan mal olor); el segundo, diseñar un sistema que no deje expandir a los residuos cuando estén en contacto con la muestra, se fabricó un puente regulable en acero inoxidable, que proporcione y evite la expansión de las cascaras. Este se colocó en un tubo de PVC de diámetro 4 pulgadas donde se colocaron las cascaras en sus pesos respectivos y distribución adecuada.

2.5.3. Etapas del sistema de tratamiento

El sistema de tratamiento del agua residual industrial está conformado por tres etapas:

Primera etapa:

Biofiltración (Yuca-Piña). El objetivo de esta etapa fue a retener la cantidad más posible de aceites y grasas presentes en el agua residual industrial.

Una vez tenidas las cáscaras trituradas con el molino mecánico, se prosiguió a utilizar los tamices de numeración 10, 20 y 40 para obtener las diferentes granulometrías.



Figura 18: Tamices empleados.



Figura 19: Tamizado de las cáscaras (yuca – piña).



Figura 20: Cáscaras (yuca – piña) tamizadas en malla 10, 20 y 40.

La composición del biofiltro que se idealizó al principio se tuvo que ajustar de acuerdo con lo observado en una pequeña prueba de volumen menor realizada en el laboratorio. La problemática fue el comportamiento de las cascaras durante la filtración, ya que este tendía a hincharse y crecer.



Figura 21: Prueba de funcionamiento del biofiltro en laboratorio.

Primera etapa: Biofiltro

Diseño del biofiltro

Materiales

1 tubo de PVC de 6 pulgadas

2 tapas de tubo de 6 pulgadas

Pegamento de PVC

Taladro

Tuerca de PVC

Adaptador de ½ pulgada

Teflón

Miple ½ pulgada

Llave de paso de ½ pulgada

Tubo reductor de 3/8.

Cortador

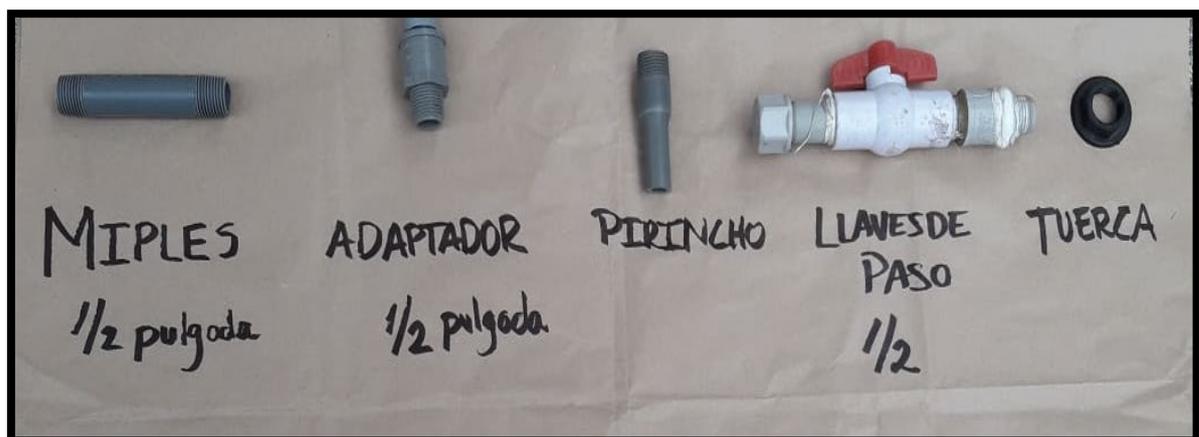


Figura 22: Piezas para el armado del biofiltro.

Construcción

Para la elaboración del biofiltro se necesitó 1 tubo PVC de 41 cm con diámetro de 6 pulgadas, al cual se le colocó de manera interna y a unos 8 cm del final del tubo un soporte con pequeños agujeros, para que funcione como rejillas y evite la saturación de la muestra y las cascaras; después de la colocación de las rejillas, exactamente en la parte final del tubo, se colocó una tapa. A este mismo tubo se le hizo una pequeña abertura al costado utilizando un taladro, hecho el agujero se le colocó una tuerca de PVC en la parte de adentro del tubo para evitar la filtración de la muestra, enlazado a un adaptador de ½ pulgada, seguidamente se colocó un miple y una llave de paso, ambos de ½ pulgada, ayudado de un teflón para que

ayude a su ajuste, y para que conectara con el siguiente tratamiento se le colocó un tubo reductor de 3/8 más una manguera de 3/8.

Una vez armado el biofiltro se ingresó las cáscaras de yuca y de piña con sus pesos respectivo, y para que no se expandiera las cascaras se le colocó una tapa de tubo de 6 pulgadas con pequeños agujeros de forma inversa de su correcta posición.



Figura 23: Materiales y equipos usados para la construcción del biofiltro.

La composición, tamaño y cantidad de cáscaras que se emplearon como biofiltro fueron colocados de acuerdo con el siguiente orden dentro del tubo de agua.

N° de malla	Piña		N° de malla	Yuca	
	N° 10	2.00 mm		300 g	N° 10
N° 20	0.850 mm	200 g	N° 40	0.425 mm	50 g
N° 40	0.425 mm	50 g			

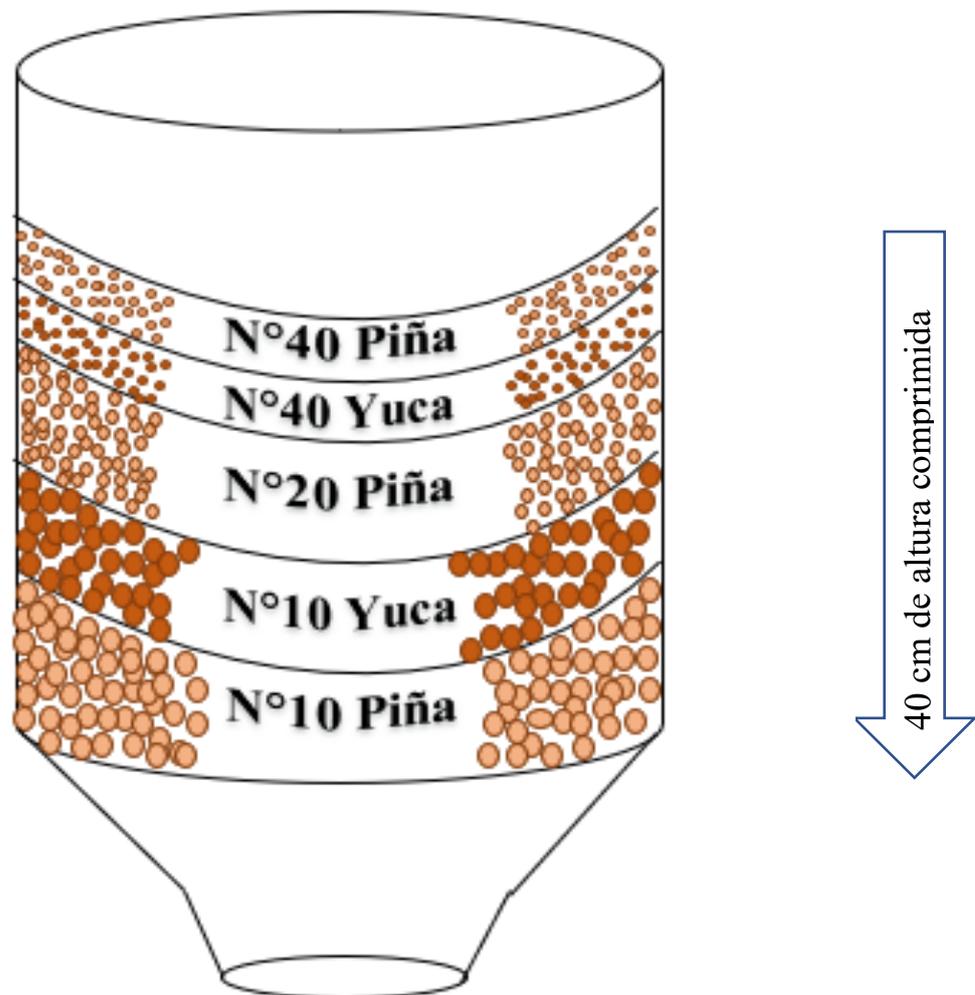


Figura 24: Composición del biofiltro.

Segunda etapa: Oxidación-Coagulación-Floculación

Materiales y equipos

Equipo de prueba de jarras

40 g de mucílago de tuna

30 g de mucílago de linaza

3 g de cal

Balanza analítica

Vasos precipitados

Agua destilada

Espátula cuchara

pHmetro

Obtención del mucílago de la cascara de tuna y del residuo de linaza

Antes de iniciar con el procedimiento se extrajo tanto del residuo de la linaza y de la cáscara de tuna fresca su mucílago. Para ello tuvimos que realizar algunos ligeros rasgados de la parte interna de la cascara tuna a fin de obtener dicho componente, la cantidad de cáscara de tuna que utilizamos fue de $\frac{1}{2}$ kg esto nos proporcionó 40 g de mucílago.



Figura 25: Extracción del mucílago de la cáscara de tuna.

Para el caso de la obtención del mucílago de linaza se recolecto 1kg de este material, para su extracción colocamos este residuo en un recipiente y adicionamos 50 ml de agua destilada, acompañado de movimientos circulares que hicimos durante 30 min, la proporción resultante de mucílago obtenido fue de 30 g.



Figura 26: Extracción del mucílago de la cáscara de linaza.

Procedimiento de la prueba de jarra (oxidación-coagulación-floculación)

Para esta etapa se empleó 3 dosis diferentes de coagulante (tuna) y floculante (linaza), el motivo fue probar la dosis más efectiva que ayude a la sedimentación de los sólidos totales presentes en la muestra.

Para ello se colocó 1200 ml de agua ya filtrada en jarras correspondientes (en total fueron 3 jarras). Como proceso de acondicionamiento antes de realizar la coagulación-floculación se prendió el equipo e incorporó oxígeno del aire para producir la reacción oxidante. Seguidamente, al equipo se le programó por 10 minutos a una revolución de 500 rpm, a los 5 primeros minutos se le adicionaron para cada jarra 1 g de cal para aumentar su ph a 12, a fin de oxidar y dejar precipitar algunos posibles metales pesados presentes en el agua. Finalizado los 10 minutos se agregó 0.15 g de coagulante a la primera jarra, 0.30 g de coagulante para la segunda jarra y 0.45 g de coagulante para la tercera jarra, después de adicionar estas dosis se programó el equipo por unos 5 minutos a 300 rpm para que se produjeran la formación de flóculos. Seguidamente se adiciono los floculantes (las concentraciones fueron las mismas como para el coagulante) y se programó a 100 rpm por 5 minutos, la disminución de velocidad ayudo a la sedimentación de grupos de flóculos.



Figura 27: Prueba de jarras utilizando las tres dosis.

Este mismo sistema de tratamiento se realizó 2 veces más, respetando las mismas cantidades de muestra y porcentajes de coagulante-floculante. Estos resultados se ubican en las tablas 23,24,25 correlativamente ordenados a los 3 tratamientos realizados.

Tercera etapa: Filtración.

Materiales

- 1 tubo de PVC de 6 pulgadas
- 2 tapas de tubo de 6 pulgadas
- Pegamento de PVC
- Taladro
- Tuerca de PVC
- Adaptador de ½ pulgada
- Teflón
- Miple ½ pulgada
- Llave de paso de ½ pulgada
- Tubo reductor de 3/8.
- 4 kilogramos de arena de cuarzo



Figura 28: Filtro de arena.

Ejecución de la planta piloto

La planta piloto tuvo un proceso continuo con un volumen inicial de 18 litros (representa el 10%) del agua residual industrial. Durante la primera etapa del tratamiento, que fue el biofiltro, se midió su caudal, este fue de 1L/85s. Seguido a ello, el proceso de oxidación de coagulantes y floculantes se desarrolló, y una vez sedimentado los flóculos, con un tiempo de 15 min, se abrió la llave de paso, el caudal en ese momento fue de 1L/2 min. Posteriormente, se pasó la muestra por un filtro de arena, y medimos sus tiempos en 15min, 30min, 45min y 60min para observar cuál sería el tiempo de mayor retención de sólidos totales. Como resultado final tenemos un agua tratada.

Cabe recalcar que, el uso de coagulantes y floculantes fue proporcional a la cantidad de volumen.

Tabla 17: Datos de la planta piloto

ARI (usado) Volumen	Volumen de la muestra después del tratamiento	Coagulante	Floculante
18 l	16 l	4.5 g	4.5 g

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Etapas de elaboración de la planta piloto.

Imagen 1: Toma de muestra del ARI.

Imagen 2: Pesado de las cáscaras.

Imagen 3: Llenado del biofiltro.

Imagen 4: Obtención de los mucílagos (tuna-linaza).

Imagen 5: Lavado de la arena.

Imagen 6: Armado del sistema de tratamiento.

Imagen 7: Incorporación del ARI y biofiltración.

Imagen 8: Adición del coagulante y floculante.

Imagen 9: Toma de muestra del agua tratada.

Eficiencia del sistema:

Tabla 18: Datos para calcular la eficiencia

Agua sin tratar			Agua tratada		
Indicador			indicador		
Grasas y aceites	Sólidos totales	DQO	Grasas y aceites	Sólidos totales	DQO
94.96 mg/l	22.42 mg/l	990.8 mg/l	0.428 mg/l	3.48 mg/l	75.85

Fuente: Elaboración propia

Fórmula para hallar la eficiencia:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \left(\frac{(94.96+22.42+990.8)-(0.428+3.48+75.85)}{94.96+22.42+990.8} \right) * 100 \dots\dots\dots(1)$$

Eficiencia (%) = 92.8 %

Compost

Para este procedimiento tuvimos que sacar las cáscaras ya usadas en los tres tratamientos e incluso de la planta piloto, una vez unida todos los residuos de cáscara, se pasó a realizar el compost en la cual consiste en: una tina mediana, tierra de chacra, materia orgánica (cáscaras frutas frescas), cáscaras usadas en el biofiltro y el penicillium. Acontinuación, se mostrará la ubicación del armado por capas del compost.

6to	tierra de chacra
5to	materia orgánica (cáscaras frutas frescas)
4to	<u>penicillium</u>
3ro	cáscaras usadas en el <u>biofiltro</u>
2do	materia orgánica (cáscaras frutas frescas)
1ro	tierra de chacra

Figura 30: Etapas de armado de compost.



Figura 31: Elaboración del compost.

Finalmente, dio como resultado que el penicillium se encargó de degradar a los aceites y grasas que se encontraban en las cáscaras de los biofiltros y como se puede observar en la figura 34 que existe presencia vegetal.



Figura 32: Aparición de planta como resultado del compostaje.

PROCEDIMIENTO ANALÍTICO

Parámetros físicos

Temperatura

Se tomó 250 ml de muestra en el vaso de precipitación y se midió la temperatura con ayuda del multiparámetro. El resultado se muestra en la tabla 22.



Figura 33: Medición de la temperatura.

Conductividad eléctrica

De la misma forma, el equipo que se utilizó fue el multiparámetro, la cantidad de muestra fue de 250 ml. El resultado se encuentra en la tabla 22.

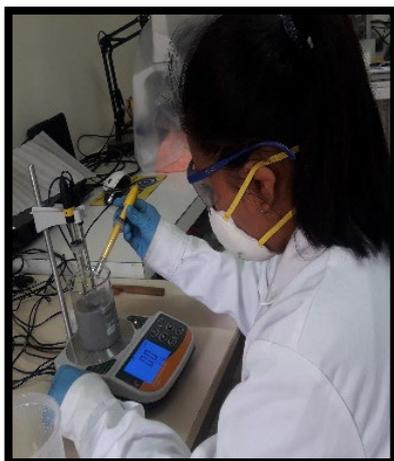


Figura 34: Medición de la conductividad.

Potencial Rédox

Se utilizó el multiparámetro para hallar el potencial de oxidación de la muestra, la cantidad que se empleo fue 250 ml. El resultado se encuentra en la tabla 22.



Figura 35: Medición del potencial rédox.

Turbiedad

Con la misma muestra se midió la turbiedad. El resultado se encuentra en la tabla 22.



Figura 36: Medición de la turbiedad.

Aceites y grasas

Método empleado: Water analysis – determinacion of extractables fats and oilsm in natural, wastewaters an wastewaters treated (es un método utilizado para la determinación de aceites y grasas en aguas naturales, residuales y aguas residuales tratadas).

Técnica: Reflujo Soxhlet

Procedimiento: Es un tipo de análisis gravimétrico. Tomamos 100 ml de muestra en el vaso de precipitación, luego lo acidificamos con ácido sulfúrico 1:1 hasta llegar a tener un pH de ≤ 2 . Lo dejamos decantar en un papel filtro colocado en un embudo de 75 mm durante 1 hora aproximadamente. Después de este tiempo, acondicionamos el Soxhlet, instrumento que sirve para extraer la grasa y aceite presente en el papel filtro, para ello pesamos previamente el balón donde se iba a lavar el papel filtro y se vertió 250 ml de hexano (disolvente que lava el papel filtro). El tiempo que dejamos lavar el papel filtro fue de 1 hora. Finalmente, una vez lavado, pesamos el balón que empleamos. La diferencia de peso del balón nos mostró la cantidad de aceite y grasa presente. Los resultados se encuentran en la tabla 22.



Figura 37: Lavado del papel filtro.



Figura 38: Secado del balón.

Fórmula para hallar la concentración de Aceites y grasas

$$mgAG/L = \frac{PBR - PBI}{V(L)}$$

PBI: Peso del balón inicial secado a 105°C x 2 h

PBR: Peso del balón con residuo de A y G secado 105 °C x 2h(2)

V: Volumen de la muestra a pH ≤ 2

Sólidos disueltos

Método: Método Físico

Técnica: Gravimétrica

Procedimiento: Enjuagamos cinco veces el vaso de precipitación con agua de caño y la sexta vez con agua destilada, para disponer de un material limpio. Seguidamente lo colocamos en la estufa a 105°C por 1 hora, después de este tiempo lo dejamos enfriar y pesamos en la balanza analítica. Agregamos 100 ml de muestra del agua contaminada previamente filtrada con papel filtro. Llevamos el vaso de precipitados con muestra a la estufa a una temperatura de 105 °C por 1 hora. Finalmente dejamos enfriar por 30 min aproximadamente y lo pesamos. Los resultados se encuentran en la tabla 22.



Figura 39: Filtración de la muestra tratada.



Figura 40: Secado del filtro.

Fórmula para hallar SD:

$$SD \text{ (mg/L)} = \frac{(V_m - V_s) 1000}{V}$$

V_m: Peso del vaso + muestra sólida secada.

V_s: Peso del vaso sin muestra secada a 105°C.

V: Volumen de la muestra.

..... (3)

Sólidos totales

Método: Método Físico

Técnica: Gravimétrica

Procedimiento: Enjuagamos cinco veces el vaso de precipitación con agua de caño y la sexta vez con agua destilada, para disponer de un material limpio. Seguidamente lo colocamos en la estufa a 105°C por 1 hora, y lo dejamos enfriar para pesarlo en la balanza analítica. Después, agregamos 100 ml de muestra del agua contaminada al vaso de precipitación, luego lo llevamos a la estufa a una temperatura de 105 °C por 1 hora hasta que se evapore el agua y la materia orgánica. Finalmente dejamos enfriar por 30 min aproximadamente y lo llevamos a pesar. Los resultados se encuentran en la tabla 22.



Figura 41: Pesado de los sólidos totales.

Fórmula para hallar los ST:

$$ST \text{ (mg/L)} = \frac{(V_m - V_s) 1000}{V}$$

V_m: Peso del vaso + muestra sólida secada.

V_s: Peso del vaso sin muestra secada a 105°C.

V: Volúmen de la muestra.

..... (4)

Sólidos suspendidos totales

Método: Método Físico

Técnica: Gravimétrica

Procedimiento: Para hacer el análisis de los sólidos suspendidos totales se utilizó 1 litro de muestra. Primero pesamos el filtro fibra de vidrio en la balanza analítica, luego filtramos la muestra en el matraz Erlenmeyer con desprendimiento lateral, durante la filtración el matraz estuvo conectado a la bomba de vacío. Seguidamente, una vez que termino la filtración se llevó el filtro empleado a la estufa a una temperatura de 500 °C por 30 min, y dejamos enfriar a temperatura ambiente en el desecador. Finalmente, se pesó el filtro. El resultado de este parámetro medido se encuentra en la tabla 22.



Figura 42: Filtración de la muestra en el matraz Erlenmeyer.

Fórmula para hallar SST:

$$\text{SST (mg/L)} = \frac{(V_m - V_s)1000}{V}$$

V_m: Peso del vaso + muestra sólida secada.

V_s: Peso del vaso sin muestra secada a 105°C.

V: Volumen de la muestra.

..... (5)

PARAMETROS QUIMICOS

pH

Para medir este parámetro se empleó 250 ml de muestra y el instrumento que se empleó fue el multiparámetro. Su resultado se encuentra en la tabla 22.



Figura 43: Medición del pH.

DQO

Método empleado: Método de Dicromato

Técnica: Volumétrica

Procedimiento: Para analizar el DQO se tomó 3 ml de muestra sin filtrar y 3 ml de agua destilada (blanco), cada uno de manera independiente. Para ambos casos se añadieron 3 ml de dicromato de potasio con normalidad de 0.5 N ya estandarizado. Luego se incorporó 3 ml ácido sulfúrico, (para cada uno) con mucho cuidado ya que es una reacción exotérmica. Y se colocó tanto a la muestra como el blanco en un reactor térmico y se los llevó a una plancha de calentamiento por 1 hora a una temperatura de 110°C. Para terminar el análisis se tuvo que titular ambas muestras, para ello se añadió unas 4 gotas del indicador ferroína a cada una (muestra inicial y blanco), y se dispuso del sulfato ferroso amoniacal de 0.2505 N como el valorante. Los resultados de este parámetro se encuentran en la tabla 22.

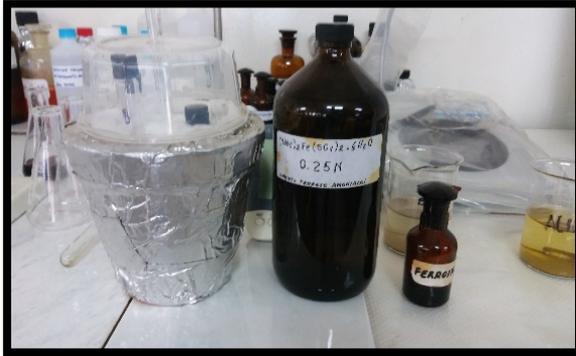


Figura 44: Reactivos utilizados para la medición del DQO.



Figura 45: Titulación de la muestra.

Fórmula para hallar el DQO:

$$DQO \text{ mgO } 2/L = \frac{(VB - VSFA) * NSFA * 8000}{VM \text{ (ml)}}$$

VB: Volumen gastado en el blanco en (ml)

VSFA: Volumen gastado en la titulación de la muestra (ml)

NSFA: Normalidad de sulfato ferroso amoniacal

VM: volumen de la muestra (ml)

..... (6)

OD

Método empleado: Standard methods for the examination of the water, apna, awwa, 20th edition. winkler.

Técnica: Volumétrica

Procedimiento: Se tomó un vaso winkler y se llenó de la muestra hasta la línea superior que indica el recipiente (aprox. 300 ml), se tapó y botó el sobrante. Seguidamente se añadió 1 ml de MnSO₄, después de 2 minutos se incorporó 1ml de álcali-yoduro-acido, se volvió a tapar y agitar. Consecuentemente, al destapar se incorporó 1 ml de ácido sulfúrico, y por 10 minutos se dejó reposar haciendo cuidadosos movimientos circulares.

Para la titulación se tomó 100 ml de la muestra del vaso winkler, y se utilizó al sulfato de sodio de normalidad 0.025 como el titulante, y el almidón como el indicador (6 gotas). Los resultados de la medición de este parámetro se encuentran en la tabla 22.



Figura 46: Colocación de la muestra en el vaso winkler.



Figura 47: Reactivos empleados para la determinación del OD.

Fórmula para hallar el OD:

$$OD \text{ mgO}_2/L = \frac{VT * N * 8000 * VE}{VM * (VE - 2)}$$

- VT: Volumen gasto del tiosulfato
- N: Normalidad de tiosulfato
- VE: Volumen estándar del winkler
- VM: Volumen de la muestra

..... (7)

DBO5

Método empleado: Standard methods for the examination of the water, apha, awwa, 20th edition. winkler.

Técnica: Volumétrica

Procedimiento: Se acondicionó los materiales a usar (botella de incubación winkler de 250 ml, probeta de 100 ml, incubadora, etc., y verificó que todos los reactivos (cloruro férrico, cloruro de calcio, sulfato de magnesio y buffer de fosfato) estén disponibles. Se tomó 5 ml de muestra y colocó en una botella winkler, ya que se trabajó con una dilución de 2%. Consiguientemente se preparó el agua de dilución mezclando los reactivos (proporción de 1%) en 1 ml mezclando con 1 litro de agua destilada, de ello se tomó la diferencia para completar lo colocado en la botella winkler (hasta llegar a los 250 ml). Después de cerrar la tapa del winkler se realizó giros opuestos para provocar la homogenización, luego de ello se midió su oxígeno disuelto inicial y se llevó a una incubadora por 5 días a una temperatura de 20 °C. Finalmente se mide su oxígeno disuelto final, el resultado se encuentra en tabla 22.



Figura 48: Incubadora.

Fórmula para hallar el DBO5:

$$DBO_5 \text{ mg/L} = \frac{D1 - D2}{P}$$

D1: Oxígeno disuelto inicial

D2: Oxígeno disuelto final

P: fracción volumétrica de la muestra usada

..... (8)

2.6. Método de análisis de datos

Los datos serán tratados como numéricos y paramétricos. La estadística descriptiva y analítica será usada para el análisis de los datos como las pruebas de fiabilidad usando el software EXCEL.

2.7. Aspectos éticos

En el presente trabajo, la investigación está elaborada en base a información obtenida en campo, así como también el uso de fuentes bibliográficas confiables en relación al tema, también el respeto a la institución donde se realizará el estudio y la propiedad intelectual.

Así mismo los resultados obtenidos al final del proyecto se evaluará en un laboratorio acreditado y certificado, cumpliendo las normas y parámetros.

El trabajo de investigación se basa en no generar subproductos que generen impactos ambientales, para ello se utilizará métodos orgánicos, de esta forma se conseguirá un agua tratada ecológicamente.

III. Resultados

Tabla 19: Caracterización de las Cáscaras de Piña y Yuca

Cáscara	T	pH	P. Redox.	Conductividad	Turbidez
Piña	19.5	3.93	134.7 m/v	7930 μ S/cm	100 NTU
Yuca	19.5	6.11	67.80 m/v	4600 μ S/cm	106 NTU

Tabla 20: Caracterización de la cáscara de tuna y semilla de linaza

Cáscara	T	pH	P. Redox.	Conductividad
Linaza	19.5	5.47	100 m/v	530 μ S/cm
Tuna	19.5	4.5	148 m/v	14.56 mS/cm

Tabla 21: Parámetros físicos y químicos de la muestra inicial

Parámetros	Unidades de medida	Muestreo inicial
Físicos-Químicos		
Aceites y grasas	mg/L	94.96
Conductividad	(μ S/cm)	2310
Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	mg/L	248
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	990.8
Oxígeno Disuelto	mg/L	1.98
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7.43
Temperatura	$^{\circ}$ C	19.9
Potencial Rédox	mV	-120
Turbidez	NTU	850
Sólidos totales	mg/L	22.42
Sólidos disueltos	mg/L	14.08
Sólidos suspendidos totales	mg/L	8.34

Tabla 22: Parámetros físicos y químicos del primer tratamiento

Parámetros	Unidades de medida	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
Físicos-Químicos				
Aceites y grasas	mg/L	5.927	0.886	2.987
Conductividad	(μ S/cm)	4560	5540	5565
Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5))	mg/L	181	148	214
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	116.48	87.36	145.60
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.95	5.12	4.70
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	9.99	10.02	10.04
Temperatura	$^{\circ}$ C	23	23	23
Potencial Rédox	mV	-182.2	-202	-208
Turbidez	NTU	169.2	149.2	172.7
Sólidos totales	mg/L	7.53	7.63	8.78
Sólidos disueltos	mg/L	5.91	5.93	6.20
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1.72	1.70	2.58

Tabla 23: Parámetros físicos y químicos de la segunda etapa de tratamiento

Parámetros	Unidades de medida	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
Físicos-Químicos				
Aceites y grasas	mg/L	2.38	0.776	5.82
Conductividad	(μ S/cm)	7230	7800	7940
Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5))	mg/L	182.00	149.00	214.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	110.66	58.24	116.48
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.03	5.20	4.87
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8.10	8.77	8.16
Temperatura	$^{\circ}$ C	23	23	23
Potencial Rédox	mv	-124.5	-154.9	-128.4
Turbidez	NTU	168.90	150.20	173.02
Sólidos totales	mg/L	7.44	7.74	8.41
Sólidos disueltos	mg/L	5.82	6.02	6.31
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1.62	1.72	2.1

Tabla 24: Parámetros físicos y químicos de la tercera etapa de tratamiento

Parámetros	Unidades de medida	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
Físicos-Químicos				
Aceites y grasas	mg/L	1.947	0.436	4.817
Conductividad	(μ S/cm)	7010	7725	7895
Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	mg/L	168	149	215
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	116.48	87.36	145.60
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.12	5.20	4.54
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	8.35	8.67	8.15
Temperatura	$^{\circ}$ C	21	21	21
Potencial Rédox	mv	-123	-155	-110
Turbidez	NTU	165.6	148.2	170.5
Sólidos totales	mg/l	7.34	7.54	8.11
Sólidos disueltos	mg/l	5.72	5.96	6.21
Sólidos suspendidos totales	mg/l	1.62	1.58	1.90

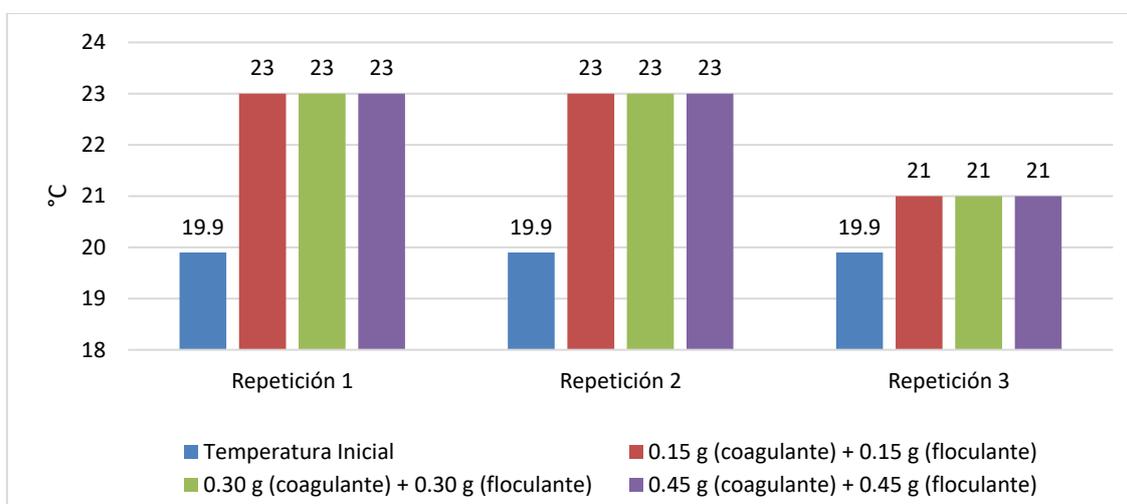


Gráfico 1: Medición de temperatura

Interpretación: La temperatura de la muestra inicial en la primera, segunda y tercera repetición es de 19.9 $^{\circ}$ C. La temperatura fue diferente en las muestras de agua tratada de la repetición uno y dos llegando a ser de 23 $^{\circ}$ C. Para el caso de la temperatura del agua tratada del tercer tratamiento con respecto a la temperatura de la muestra inicial aumento en un 1.1 $^{\circ}$ C.

Esto se justifica por la temperatura ambiental que se tenía en las fechas en el que se realizaron los tratamientos a comparación de la muestra.

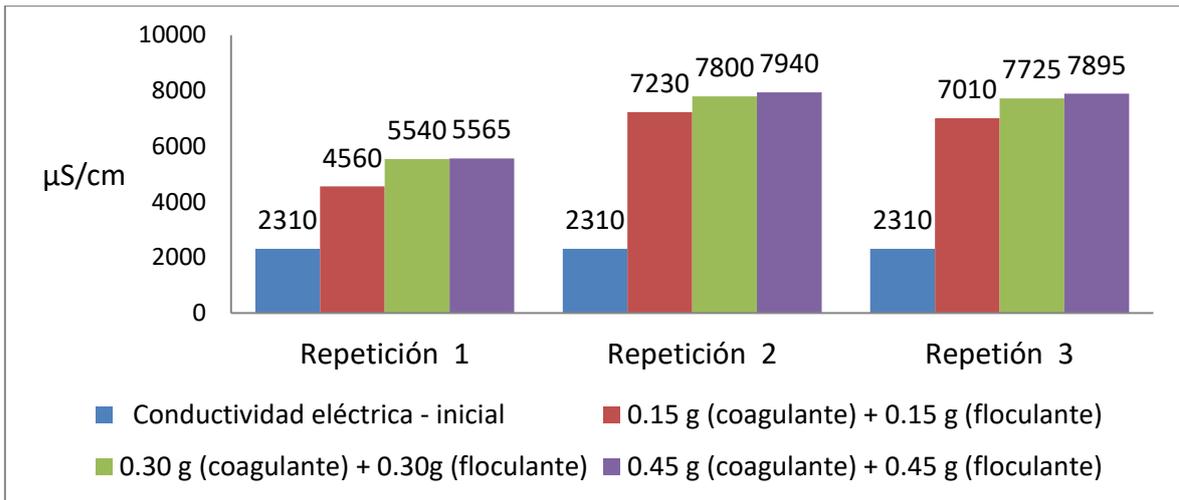


Gráfico 2: Medición de la conductividad eléctrica

Interpretación: La conductividad inicial en las tres repeticiones fue similar. Este parámetro aumentó cuando se aplicó de la mayor dosis (0.45 g) en las repeticiones, llegando a ser 5565 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la primera repetición, 7940 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la segunda repetición y 7895 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la tercera .

El coagulante (tuna) y floculante (linaza) que se utilizó aumentó la conductividad eléctrica de cada una de las muestras, por lo que podemos decir que es directamente proporcional, a mayor dosis mayor conductividad eléctrica.

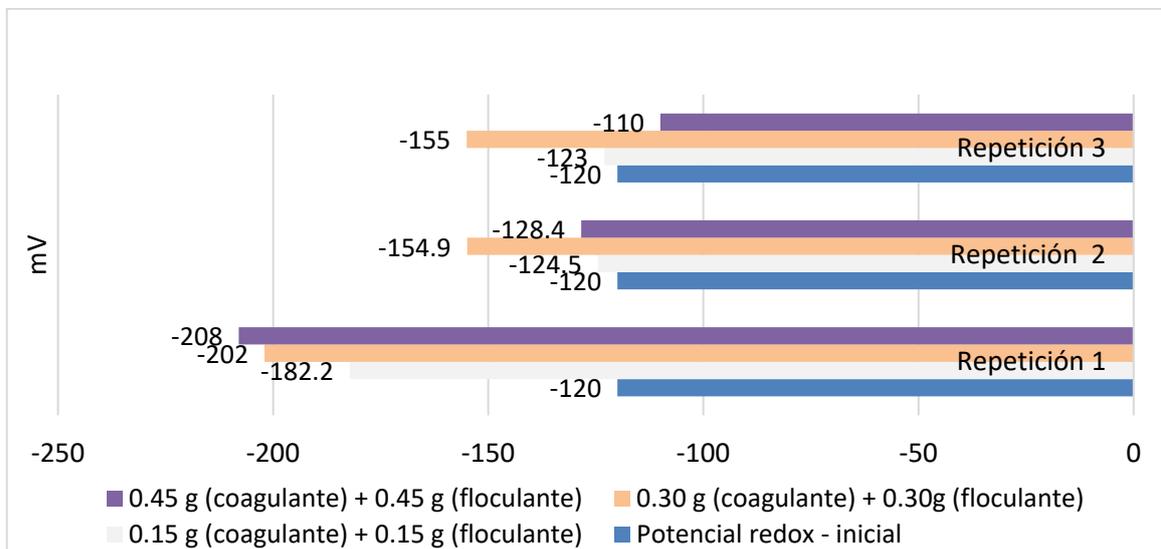


Gráfico 3: Medición del Potencial redox

Interpretación: El potencial redox inicial de la repetición uno, dos y tres fue de -120 mv, éste se incrementó gradualmente de acuerdo a la dosis utilizada, teniendo como potencial redox la muestra de dosis más alta (0.45g) un total de -208 mv, esto con respecto a la primera repetición, en la segunda repetición el potencial redox más elevado se ubica en la dosis de 0.30g con -154.9 mv y, por último, el potencial redox más elevado de la repetición tres se ubica en la dosis 0.30 g con -155 mv.

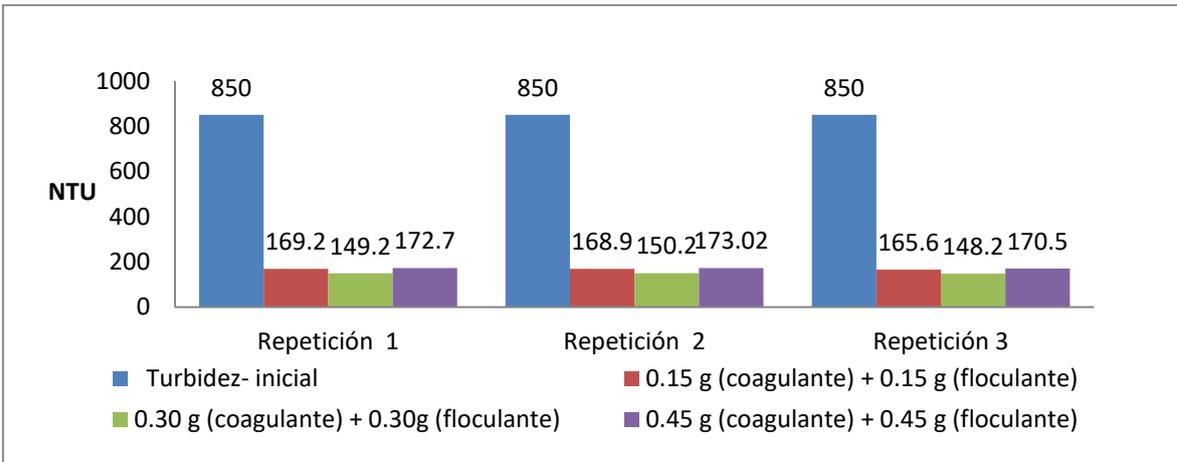


Gráfico 4: Comparación de la turbiedad aplicando dosis diferentes

Interpretación: El gráfico demuestra un descenso de este parámetro. La turbiedad inicial en las tres repeticiones fue de 850 NTU, y hubo una disminución mayor cuando se aplicó la dosis 0.30 g en tres repeticiones, hallándose una turbiedad de 149.2 en la primera repeticion, 150.2 en la segunda repeticion y 148.2 en la tercera repeticion.

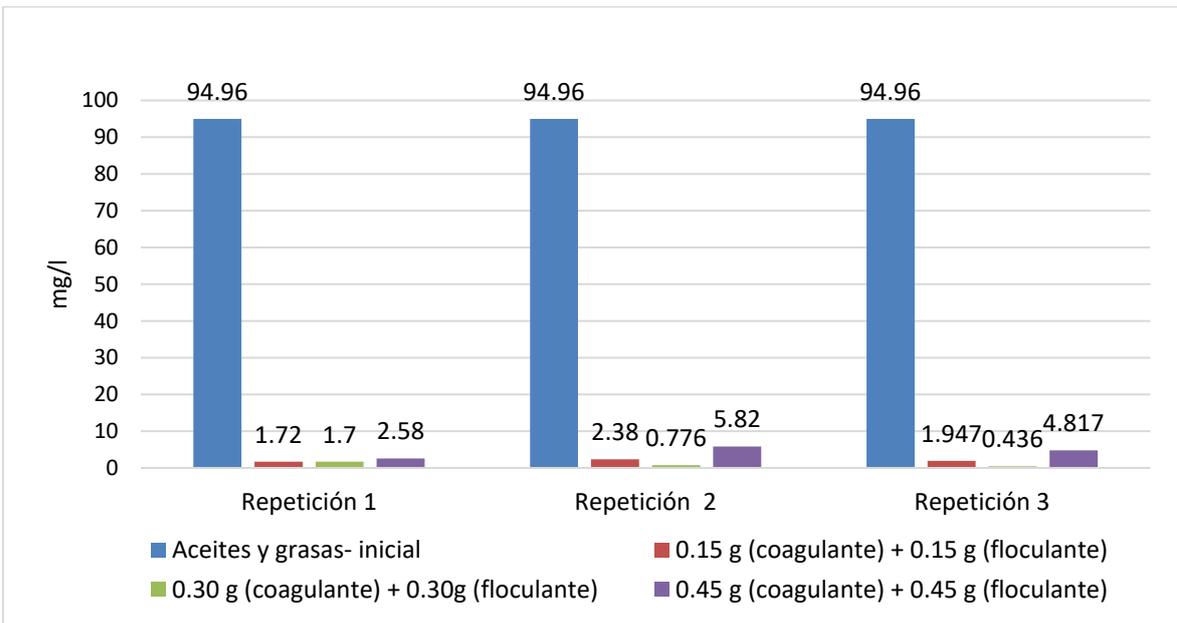


Gráfico 5: Comparación de aceites y grasas aplicando dosis diferentes

Interpretación: La cantidad de grasas y aceites que se midió inicialmente fue de 94.96 mg/l. Siendo la dosis 0.30 g el que produjo mayor reducción de grasas y aceites en las tres repeticiones, en el primero con 0.886 mg/l, en el segundo con 0.776 mg/l y el tercero con 0.436 mg/l.

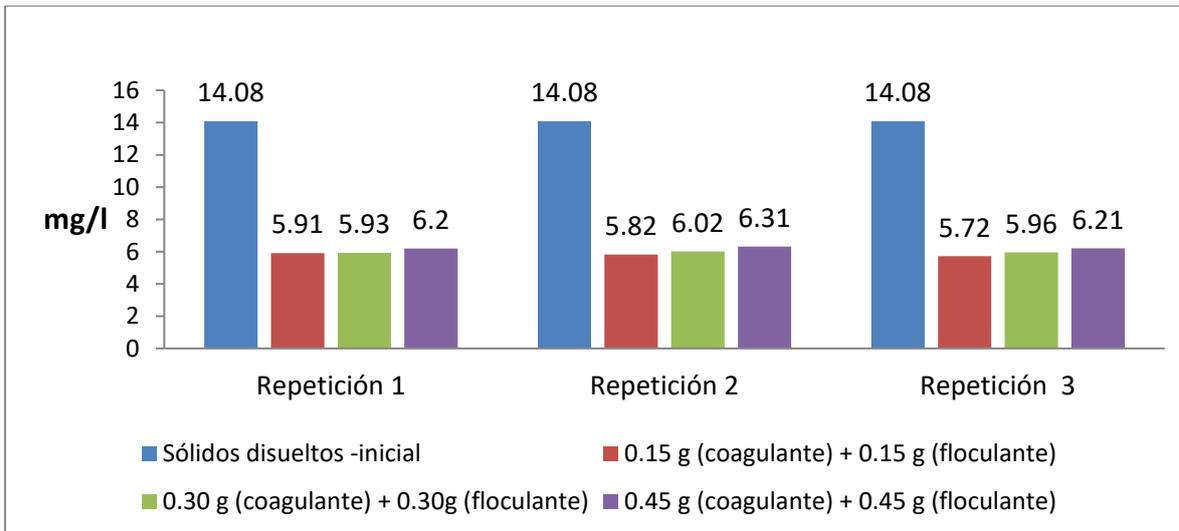


Gráfico 6: Comparación de sólido disueltos aplicando dosis diferentes

Interpretación: La medición de los sólidos disueltos iniciales en el agua residual industrial fue de 14.08 mg/l. Pero aplicando las dosis de coagulantes y floculantes, la dosis 0.15 g fue quién disminuyó más sólidos disueltos en todas las repeticiones, por lo que se obtuvo con esta dosis una cantidad de SD de 5.91 mg/l en la primera repeticion, 5.82 mg/l en la segunda repeticion y un 5.72 mg/l en la tercera repeticion.

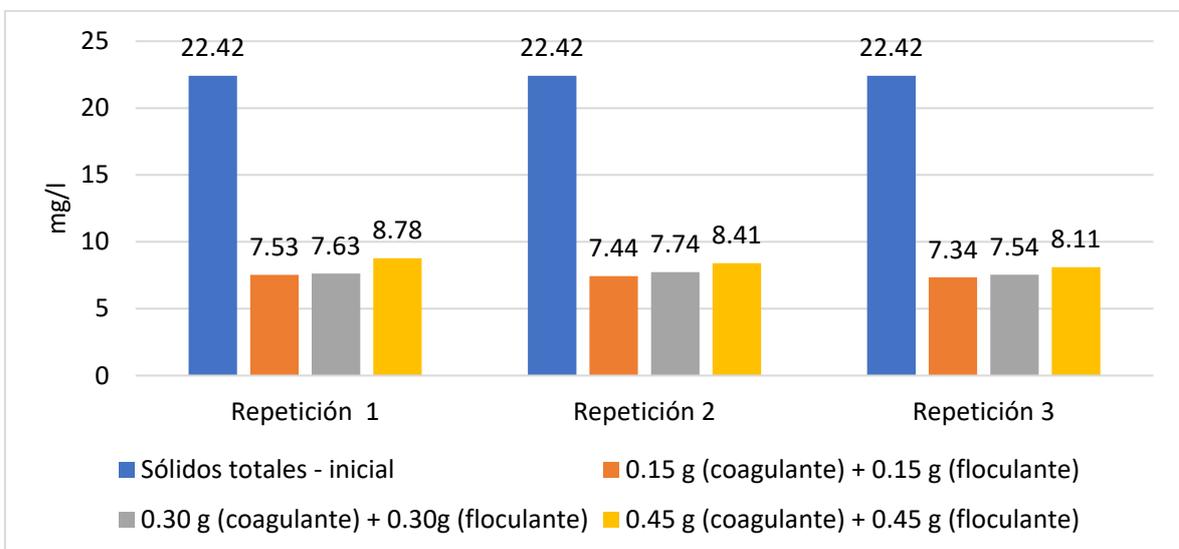


Gráfico 7: Comparación de los sólidos totales aplicando dosis diferentes

Interpretación: La medición de los sólidos totales iniciales en el agua residual industrial fue de 22.42 mg/l. Este disminuyó luego que se aplicará la alternativa de tratamiento (coagulación y floculación), siendo la dosis de 0.15 g el que bajo más sólidos totales en las tres repeticiones.

Observamos que aumentado la dosis se tiene mayor concentración de sólidos totales.

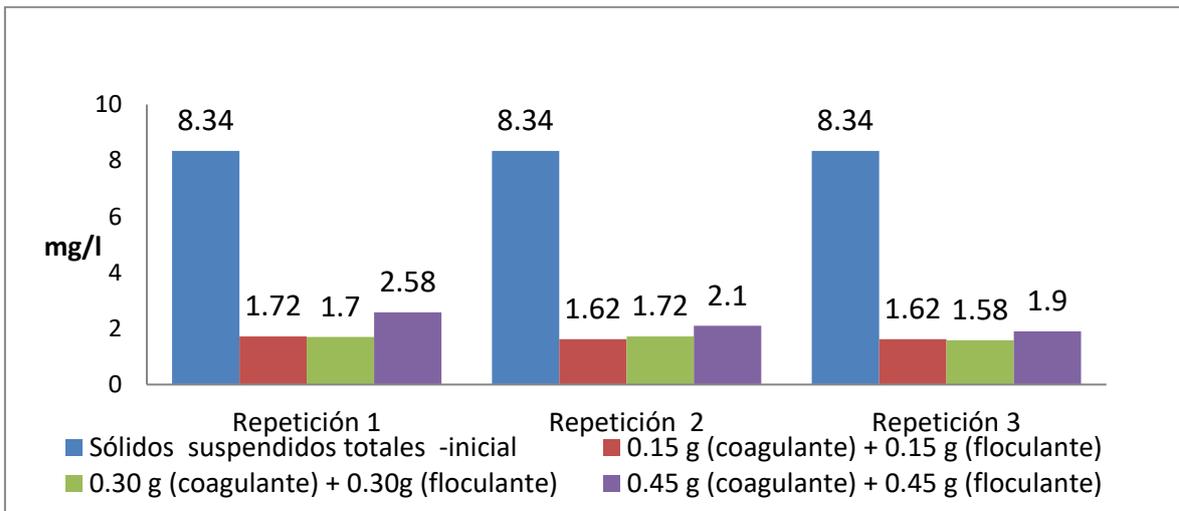


Gráfico 8: Comparación de los sólidos suspendidos totales aplicando dosis diferentes

Interpretación: Los SST presentes en el agua residual industrial es de 8.34 mg/l. Este disminuye cuando se le aplica el tratamiento correspondiente de coagulante y floculante a diferentes dosis. Siendo la dosis 0.15 g quien llega a reducir más.

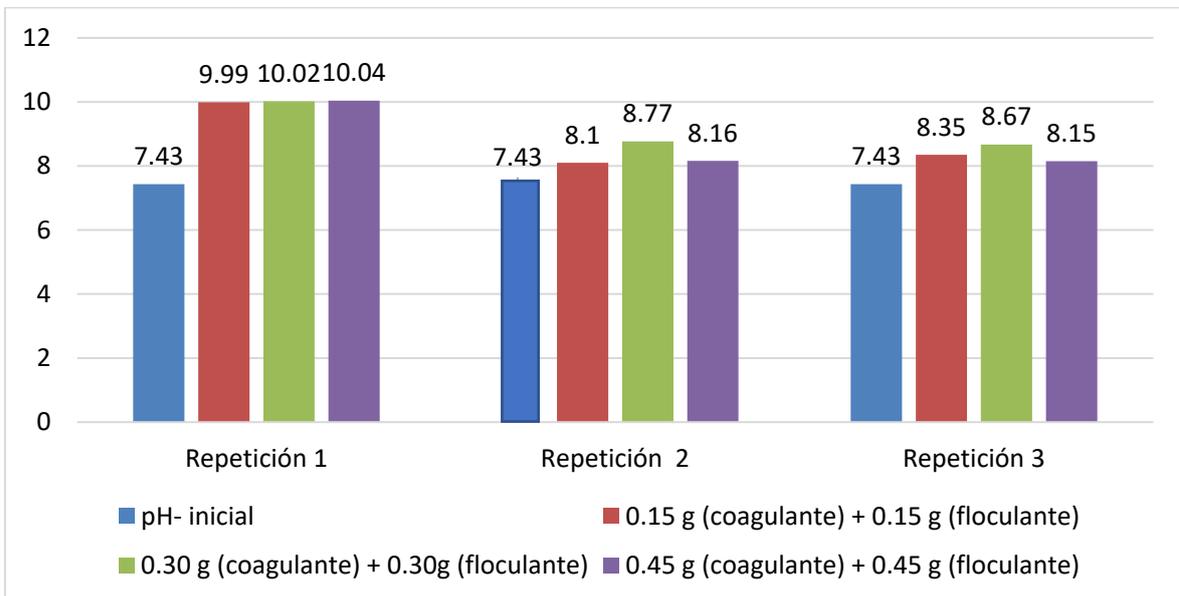


Gráfico 9: Resultado de pH

Interpretación: El pH inicial del agua residual industrial es 7.43 (neutro). Su medición aumenta cuando se mide el pH del agua residual industrial tratada a diferentes dosis en los tratamientos. Su incremento responde a la adición de óxido de calcio que se realizó.

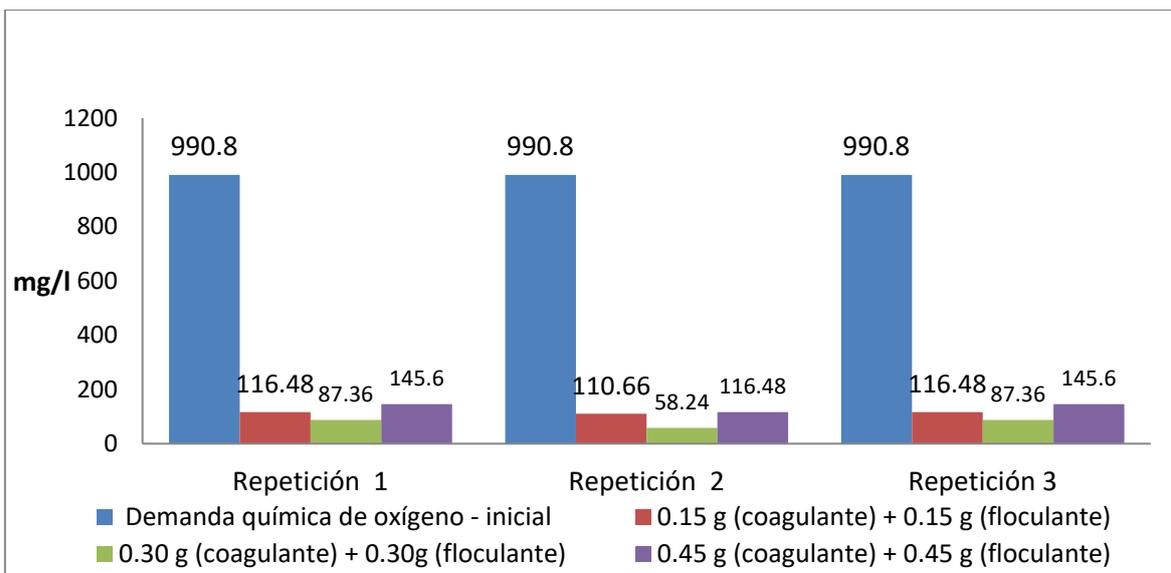


Gráfico 10: Comparación del DQO aplicando dosis diferentes

Interpretación: Se puede observar en la representación gráfica que la DQO del agua residual industrial inicial sin tratar es de 990.8 mg/l. Y cuando esta agua es tratada a diferentes dosis de coagulante y floculante, ocasiona una disminución del parámetro. Siendo la dosis 0.30 g el que mejor DQO disminuyó, llegando a ser 87.36 mg/l en la primera repetición, 58.24 mg/l en la segunda repetición y en un 87.36 mg/l la tercera repetición.

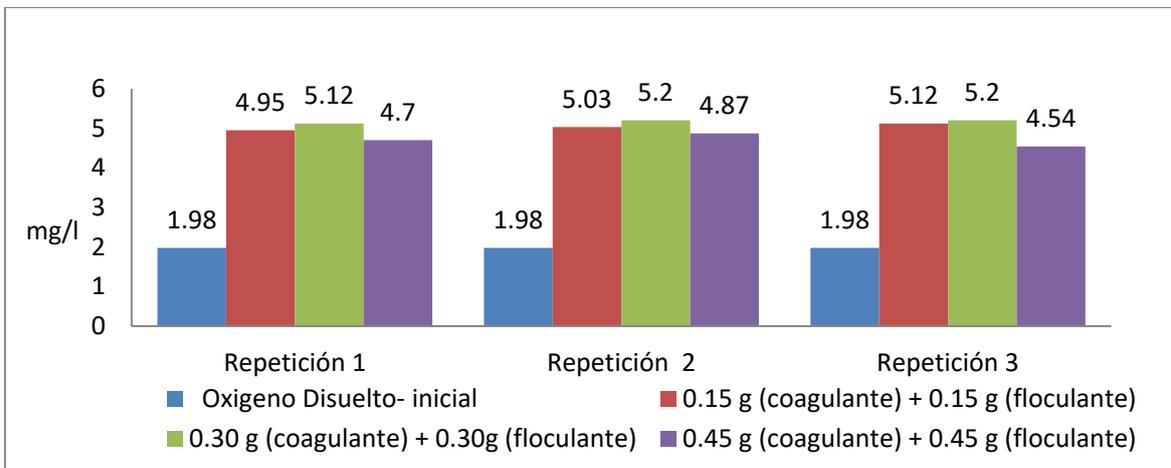


Gráfico 11: Comparación del OD aplicando diferentes dosis

Interpretación: Se observa en el gráfico que el OD del agua residual industrial sin tratar es de 1.98 mg/l, lo que representa la poca probabilidad que tiene esta agua si se desea reutilizar directamente para otros fines. Luego del tratamiento existe un aumento en la concentración de oxígeno, siendo así la dosis 0.30 g de coagulante y floculante quien se comportó favorablemente en comparación de las demás dosis.

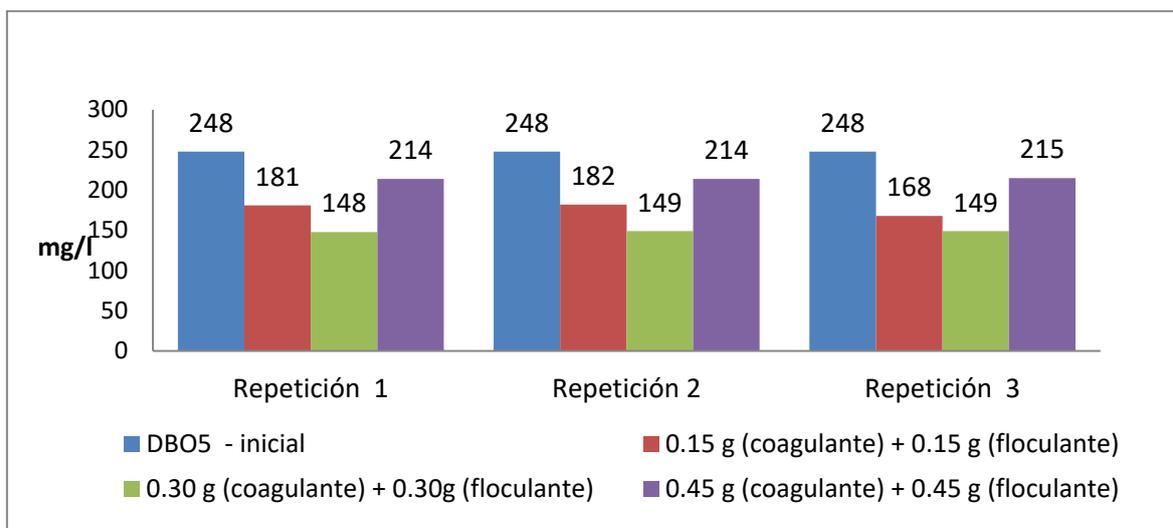


Gráfico 12: Comparación del DBO5 aplicando dosis diferentes

Interpretación: En esta tabla se observa que la DBO5 inicial del agua residual industrial es de 248 mg/l, lo que evidencia la baja calidad del agua. En la dosis 0.30 g se registra una menor concentración de este parámetro, lo que demuestra que su aplicación beneficia a la calidad de agua en comparación a las demás dosis.

Tabla 25: Parámetros físicos y químicos de la prueba piloto (Dosis 0.30 g)

Parámetros	Unidades de medida	PPMC-15 MIN	PPMC-30 MIN	PPMC-45 MIN	PPMC-60 MIN
Físicos-Químicos					
Conductividad	(μ S/cm)	5610	5520	5560	5440
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	130.00	99.32	82.00	65.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	115.63	100.35	88.02	75.85
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	5.30	5.14	5.13	5.85
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	11.2	11.22	11.11	11.07
Temperatura	$^{\circ}$ C	19.6	19.6	19.6	19.6
Potencial Rédox	mv	-201	-210	-206	-202
Turbidez	NTU	161.1	146.05	145.3	143.05
Sólidos totales	mg/l	6.25	5.14	4.67	3.48
Sólidos disueltos	mg/l	5.28	4.30	2.68	1.95
Sólidos suspendidos totales	mg/l	0.97	0.84	1.99	1.53
Sólidos sedimentables	mg/l	0.7	0.6	0.5	0.8
Aceites y grasas	mg/l	1.756	1.060	0.950	0.428

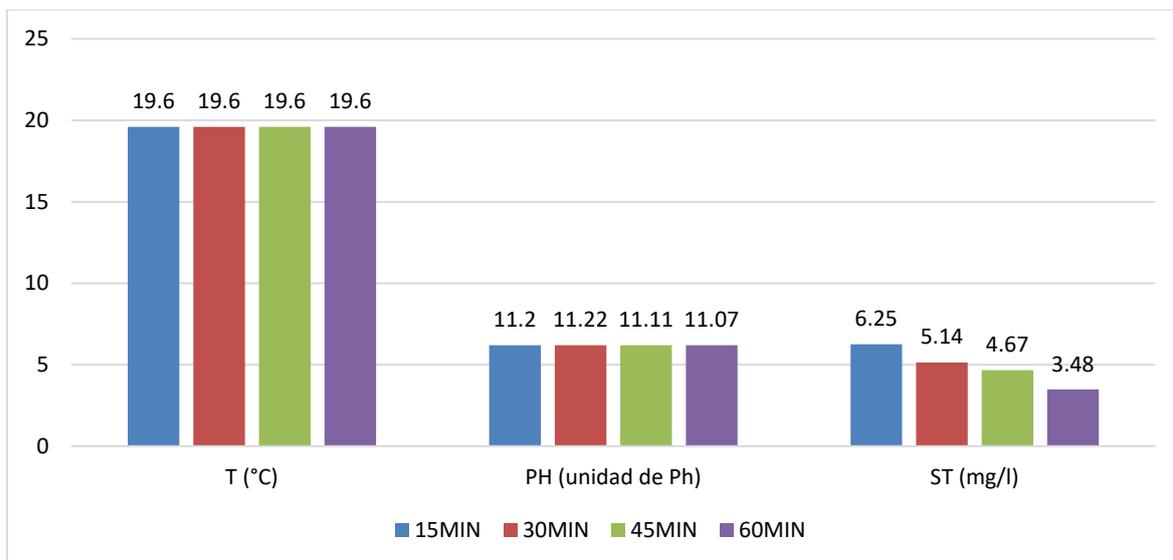


Gráfico 13: Parámetro de la temperatura, pH y sólidos totales de la prueba piloto

Interpretación: La temperatura 19.6 °C fue la misma en las cuatro muestras que se tomaron dejando 15 minutos. El nivel de pH fue el mismo en las tomas de muestras que se realizó a lo largo de los 60 minutos. En el caso de los sólidos totales fue menor su concentración (3.48 mg/l) cuando se tomó luego de los 60 minutos.

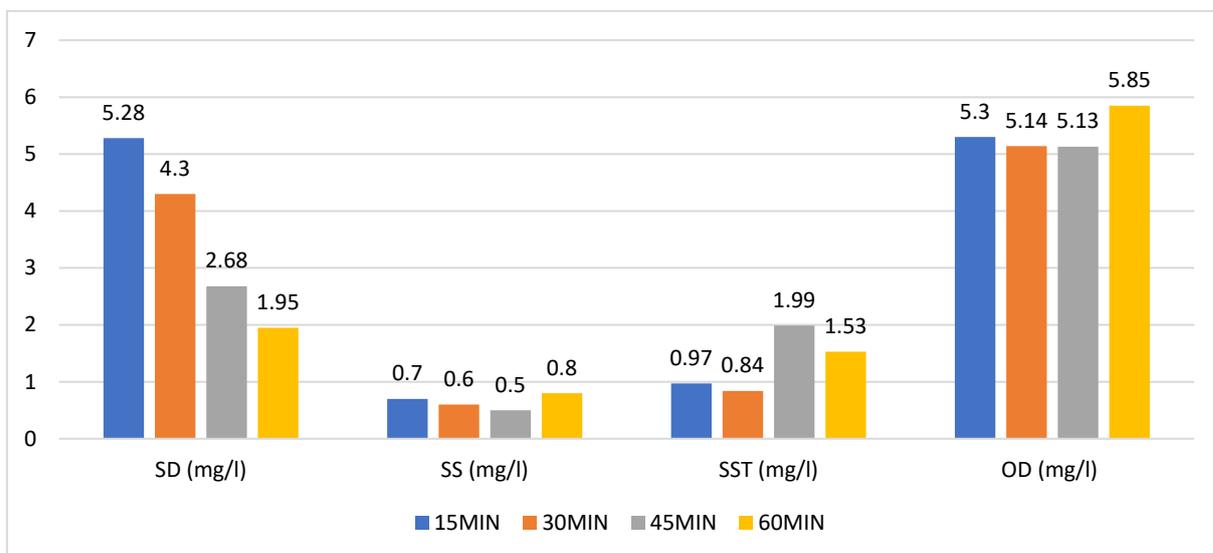


Gráfico 14: Parámetro de solidos disueltos, suspendidos y totales, además de oxígeno disuelto de la prueba piloto

Interpretación: La tabla nos muestra los parámetros de SD, SS, SST, OD analizados en laboratorio. Los sólidos disueltos disminuyen a medida que se prolonga su tiempo de retención, este mismo comportamiento tiene los SS. Los SST al relacionarse con los ST Y SD tiene una concentración promedio en el minuto 60 en comparación de los demás minutos. El oxígeno disuelto evidenció una variación de decimales en sus medidas, siendo el minuto 60 en el que aumento su concentración llegando a ser 5.85 mg/l.

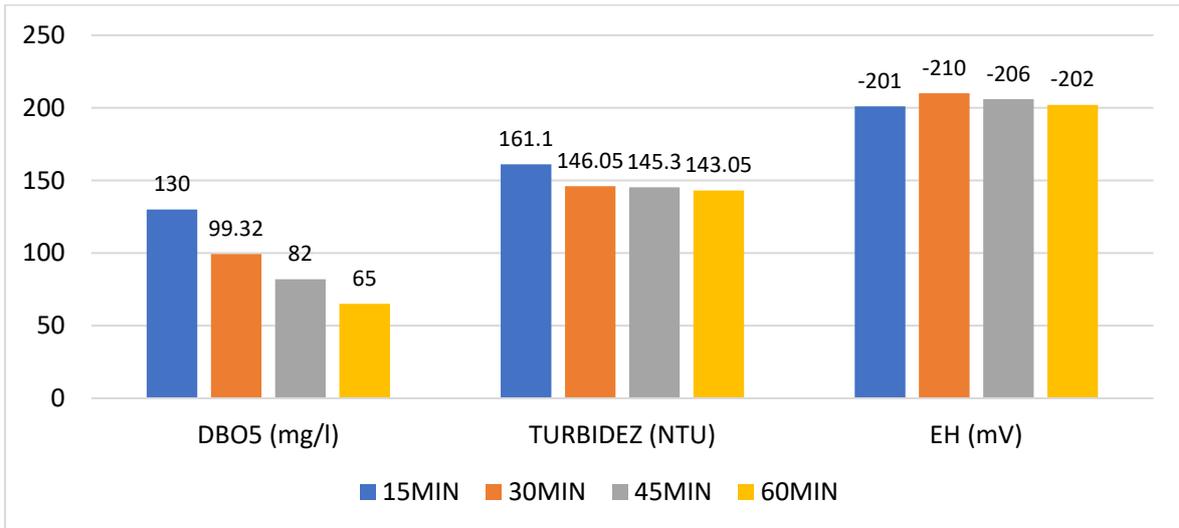


Gráfico 15: Parámetros DBO5, turbidez y potencial redox de la prueba piloto

Interpretación: Se observa en el gráfico que el DBO5 disminuye progresivamente al igual que la turbidez. El potencial redox demuestra que las 4 muestra tomadas a diferentes minutos se relacionan, y representa que el agua tiene una alcalinidad considerable.

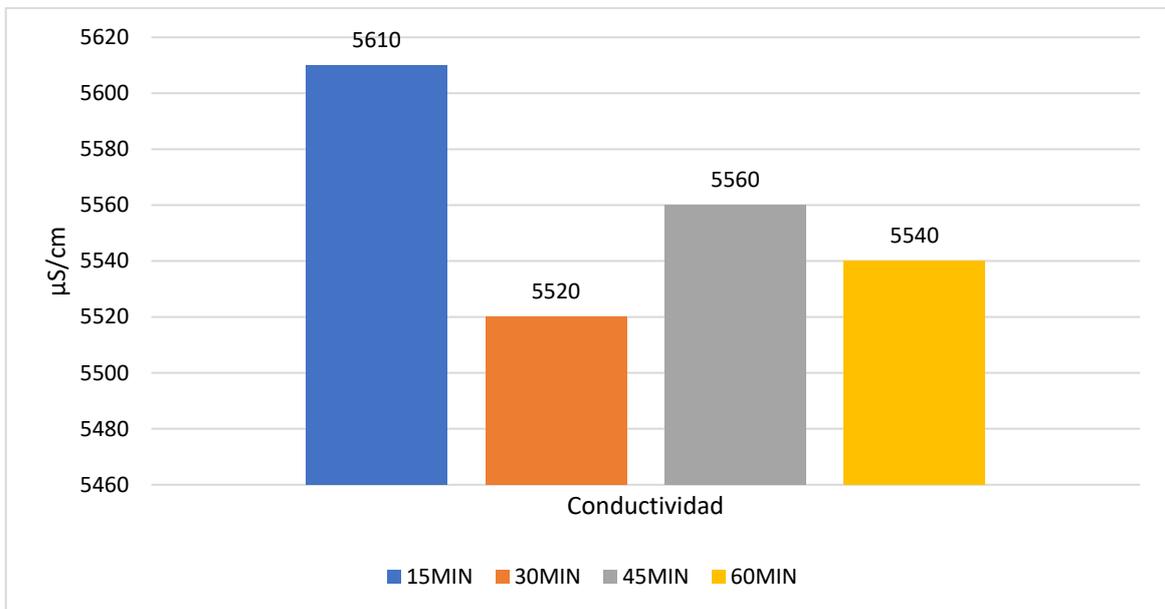


Gráfico 16: Parámetros de conductividad eléctrica en la prueba piloto

Interpretación: En esta tabla se puede observar que la conductividad eléctrica es menor a los 30, 45 y 0 minutos comparado con el minuto 15. Este parámetro se relaciona con los SST.

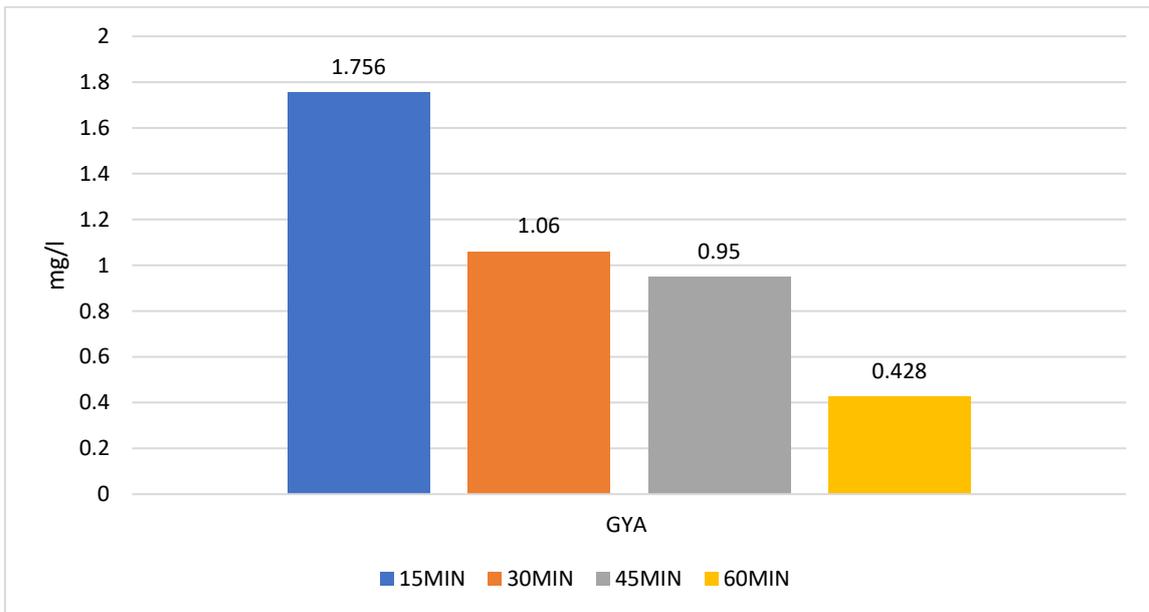


Gráfico 17: *Parámetro de grasa y aceite de la prueba piloto*

Interpretación: La reducción de concentración de grasas y aceites fue directamente proporcional al tiempo de sedimentación, a mayor tiempo (60 min) de reposo mayor será la disminución de este parámetro.

IV. Discusión

En el trabajo realizado por Tejada, Montiel y Acevedo (2016) se utiliza la cáscara de yuca para la disminución de plomo presente en el agua residual. Sin embargo, en nuestro trabajo utilizamos la cáscara de yuca en aguas industriales con el objetivo de disminuir la concentración de aceites y grasas en esta agua. Por lo que podemos decir, que este residuo no solo se puede utilizar para reducir algunos metales sino también para disminuir otros contaminantes, como es el caso de aceites y grasas.

En la tesis “Panorama general en torno a la contaminación del agua por níquel. La biosorción como tecnología de tratamiento” de los autores Alomá, Blazquez et al (2016) menciona que la cáscara de piña es más eficiente para la reducción de níquel a medida que este disminuye su granulometría. Siendo el tamaño de partícula que emplearon los siguientes: 0.710-1.00, 0.500-0.710, 0.355-0.500, 0.250-0.355 y < 0.250. En nuestro caso se empleó como absorbente la cáscara de piña para reducir principalmente grasas y aceites. A diferencia de la tesis anterior nosotras usamos partículas de tamaño 2.00, 0.850 y 0.425, iniciando ascendentemente con la mayor medida de partícula, esto se justifica a la viscosidad presente que tenía el agua, ya que si colocábamos partículas muy pequeñas como filtros están se iban a saturar y detendría su filtración.

Moreno (2016) en su tesis “Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba – Cajamarca utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*” obtiene como resultado que la aplicación de la *Opuntia ficus indica* como coagulante-floculante produce una mayor reducción de turbiedad en un promedio de 61.09% con respecto a los demás coagulantes-floculantes que utilizó, para ello aplicó dos dosis una de 6 g y otra de 9 g para un volumen de 1000 ml, siendo la dosis menor la que produjo una mayor disminución de turbidez. En nuestro caso se aplicó el mucílago de la cáscara de tuna y de la linaza para remover las partículas que todavía estaban presentes en el agua residual industrial. De las 3 dosis (0.15 g, 0.30 g y 0.45 g) utilizadas, la dosis que más redujo la turbidez en las tres repeticiones fue el 0.30 g con un promedio de 82.4%. Por los resultados, se puede asumir que el aumento de dosis no asegura la efectividad en la disminución de turbidez.

Minaya (2018) en su trabajo de investigación utilizó el *Linum usitatissimum* (linaza) como coagulante natural para tratar el agua residual de una avícola. Pasando primero por un tratamiento primario de carbón con diámetro 12 mm, seguido empleó el cuarzo (1/8 de tamaño) y finalmente arena (1mm). Pasada esa etapa recolectó 500 ml de aquel efluente con el propósito de medir la eficiencia de tres dosis, los cuales son: 5 g, 15 g y 20 g, siendo la dosis de 5 g el que removió mayores sólidos totales, que inicialmente fue de 1.280 mg/l paso a ser 1.100 mg/l. En nuestro trabajo de investigación se trabajó con aguas residuales industriales procedentes de una metalmecánica, para ello se empleó un biofiltro primario a base de cáscara de yuca y piña de diferentes granulometrías (2 mm, 0.850 mm y 0.425mm) que fueron previamente llevadas a un proceso de tostado para reducir su humedad y disminuir su materia orgánica, a fin de alargar su utilidad. Consecuente se pasó por un filtro de arena (0.5 mm) para apoyar a la disminución de sólidos. Y para complementar con las tres repeticiones se evaluó la eficiencia del uso de coagulante-floculante a diferentes dosis (0.15 g, 0.30 g y 0.45 g). Siendo la dosis 0.30 g el que aportó a la mayor reducción de sólidos totales, pasando de un 22.42 mg/l (iniciales) a un promedio de 7.44 mg/l.

A diferencia de la tesis que realizó Minaya (2018), nosotras encontramos la dosis más eficiente que logró reducir la proporción de sólidos totales, se percibió que al aumentar la dosis 0.15 g existe una gradual mejoría en la remoción, y al llegar a la dosis 0.30 se evidenció que es el punto ideal para remover este parámetro, aumento la dosis se observó un comportamiento adverso a lo que se deseó lograr. En el caso de Minaya no se evidenció la eficiencia del uso de coagulante, ya que a medida que este disminuía tenía un mejor comportamiento, y como su dosis mínima que usó fue de 5 g no se pudo comprobar que hubiera pasado si este seguía disminuyendo, quizás hubiera sido mejor su efectividad

V. Conclusiones

- a. Con respecto al objetivo general, se concluye que aplicando el uso de biofiltros y floculantes orgánicos como un sistema de tratamiento para este tipo de aguas residuales industriales se obtiene una eficiencia de un 92.8%. Este porcentaje se evaluó aplicando la dosis que mejor comportamiento tuvo para la recuperación del agua residual industrial. De todos los parámetros que se evaluó utilizamos tres indicadores (aceites-grasas, sólidos totales y DQO) para medir la eficiencia.
- b. Con respecto al primer objetivo específico, se evaluó una serie de parámetros fisicoquímicos, en el se pudo evidenciar la baja calidad del agua. En la medición del oxígeno disuelto se halló que este registraba 1.98 mg/l lo que representa un riesgo para seres acuático que deseen vivir ahí, ese resultado es justificable con la medición de DQO y DBO5 que obtuvimos. Este efluente contenía aceites y grasas en una concentración de 94.96 mg/l lo que representa su inutilidad para el uso de riego. En cuanto a la medición de ST, SD, SST, turbidez arrojaron resultados superiores al ECA de agua (categoría 3). Los otros parámetros que se midieron como el pH, temperatura y conductividad se encontraron dentro de lo estándar.
- c. Con referencia al segundo objetivo específico, fue necesario evaluar ciertas características de los materiales orgánicos que se iban a utilizar como elementos de filtración, como su granulometría, peso. En nuestro caso usamos tres tipos de mallas (10,20 y 40), siendo su granulometría 2mm para la malla 10, 0.850 mm para la malla 20 y 0.450 mm para la malla 40. Los tamaños, los pesos y el orden en la que se ubicaron las cáscaras (piña y yuca) fueron escogidas con la finalidad de evitar la saturación de esta, ya que al variar su tamaño se estableció una estructura que permitió una adecuada filtración, sin que se apoyara a la filtración de grasas. Por lo que se concluye que se logró encontrar la granulometría idónea para este tipo de efluente.
- d. Con relación al tercer objetivo específico, se realizó la medición de algunos parámetros a los mucílagos que encontraban en la cáscara de tuna y como en la linaza, esto indicó que ambos tenían un pH ligeramente ácido y una conductividad superior en el mucílago de la cáscara de tuna que el de la linaza. Para ambos casos su color fue diferente, la linaza fue más transparente que el de la tuna.

La dosis más eficiente se halló en la 0.30 g, ya que contribuyó a que el sistema de tratamiento tuviera una remoción de aceites y grasas de un 99% en promedio. Por lo que podemos concluir que se llegó a establecer la dosis apropiada para la remoción de aceites y grasas.

- e. En correlación al cuarto objetivo específico planteado, se puede concluir que se logró mejorar la calidad del agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV. Esto se ve evidenciado en la reducción de parámetros, como las grasas y aceites que inicialmente fueron 94.96 mg/l pasaron a ser 0.7 mg/l en promedio, los sólidos totales iniciales de 22.42 mg/l disminuyeron a 3.48 mg/l en promedio y finalmente el oxígeno disuelto inicial que se ubicó en 1.98 mg/l aumentó a 5.85 mg/l. Los parámetros que cumplen con el ECA de categoría 3 después de haber realizado el tratamiento son: aceites y grasa y OD, si bien es cierto los demás parámetros que fueron medidos, no alcanzaron el ECA, si fueron mejorados.

En síntesis, el uso de ciertos materiales orgánicos para el tratamiento de aguas residuales puede ser una alternativa que se debe investigar y valorado hoy en día, además de ser amigable con el medio ambiente no simboliza un costo elevado su utilización.

VI. Recomendaciones

- Por lo evaluado en esta investigación, se recomienda pasar por una etapa de tostado a las cáscaras que se van a usar como biofiltro, ya que de esta manera se prolonga su utilidad y disminuye la probabilidad de generación de olores.
- Para aumentar el oxígeno disuelto del efluente, y este sea aceptable por el ECA se recomienda aplicar una mejor aireación.
- Se recomienda secar las cáscaras de forma natural, apoyado de una malla protectora raschel para minimizar el impacto del calor sobre las cáscaras.
- Durante la extracción del mucílago de la cáscara de tuna se debe tomar precaución en su manipulación, ya que posee espinillas. El uso de guantes protectores es recomendable.
- Los materiales deben estar limpios y los equipos calibrados antes de su manipulación a fin de evitar alteraciones en los resultados.
- Se recomienda lavar la arena fina antes de ser usada en el tratamiento, a fin de remover materiales inapropiados que puedan tener.
- Se debe ser preciso en el manejo del volumen de los reactivos a usarse.

REFERENCIAS:

ANDÍA, Yolanda. Tratamiento de agua: coagulación y floculación [en línea]. Perú: SEDAPAL - Evaluación de Platas y Desarrollo Tecnológico. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible en:

http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154

AMADOR, Anisley, VELIZ, Eliet y VENTA, Mayra. Tratamiento de lodos, generalidades y aplicaciones [en línea]. Cuba: Revista CENIC. Ciencias Químicas, vol. 46, 2015, pp. 1-10. ISSN: 1015-8553

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1816/181642434003.pdf>

ABREU, Marta. Revista Cubana de Química [en línea] .Abril-julio 2013, n.º 3.

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543736002.pdf>

BASANTES, Javier y CHASIPANTA José. Determinación del Requerimiento Nutricional del Fósforo sobre la inducción floral en el cultivo de Piña. Tesis (Título de Ingeniero Agropecuario. Sangolquí: Escuela Politécnica del ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, 2012, 101 pp.

Disponible en:

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8021/1/T-ESPE-IASA%20I-004680.pdf>

BATALLA, Luis. [et al]. Estudios de actividad antioxidante de tuna y aplicación de ultrasonido como método de conservación [en línea]. 1.a ed. México: Biotecnología y Alimentos; Temas Desarrollados por los Cuerpos Académicos de las IES del Estado de Hidalgo.2013[fecha de consulta: noviembre del 2013].

Recuperado de:

<http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/BiotecnologiaAlimentos.pdf>

BASF Construction Chemicals .Plantas de tratamiento de aguas residuales Soluciones de reparación, protección e impermeabilización[en línea]. Mayo 2017,nº.7. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible en http:

[https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Spanish%20\(Spain\)/MBS_Broschuere_planta_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Spanish%20(Spain)/MBS_Broschuere_planta_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)

BRAVO Gallardo, Mónica. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. Tesis (Licenciatura en química). Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación, 2017. 117 pp.

Disponible en:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>

Recuperado:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000100003

CARÍAS Alvarado, Julio. Elaboración de una harina de cáscara de piña (ananas comosus (L.) Merr) para su aplicación en una harina alta en fibra con su respectiva evaluación nutricional y organoléptica. Tesis (ingeniero químico). Guatemala: universidad de san Carlos de Guatemala, 2015. 7pp.

Disponible en:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3036/1/Julio%20Javier%20Car%20C3%ADas%20Alvarado.pdf>

CASTRO, Juan [et al]. cultivo de tuna [en línea]. Perú: Gerencia Regional Agraria la Libertad, 2009 [fecha de consulta: noviembre de 2009].

Recuperado en:

<http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>

CEBALLOS, Hernán y DE LA CRUZ, Gabriel. Taxonomía y Morfología de la yuca [en línea]. 2002. [Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2018]

Recuperado:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/55239/capitulo02.pdf?sequence=2>

CONTRERAS Tamani [Et al] UNALP: Evaluación de la composición bromatológica y su capacidad antioxidante de la Ananas comosus (piña) en las variedades de Cayena Liza y Lorenza. 2016

Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4590>

DIAZ Claros, José. Coagulantes-Floculantes orgánicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. Tesis (Master en Educación en las Ciencias Naturales con orientación en la Enseñanza de la Química). Tegucigalpa: Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, 2014. 172 pp.

Disponible en <http://repositorio.upnfm.edu.hn:8081/xmlui/handle/12345678/94>

ESTÍBALIZ, Adolfo. Grasas Lubricantes [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2018].

Disponible en:

http://www.ingenianet.com/wp-content/uploads/2017/10/Principios_basicos_grasas_lubricantes_ES.pdf

El 70% de aguas residuales en Perú se vierte sin tratamiento, afirma viceministra [en línea]. ANDINA. 22 de marzo de 2010. [Fecha de consulta: 9 de julio de 2019]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-70-aguas-residuales-peru-se-vierte-sin-tratamiento-afirma-viceministra-286553.aspx>

GÓMEZ Puentes, Néstor. Remoción de materia orgánica por coagulación – floculación. Colombia: Universidad nacional de Colombia, 2005. 113pp.

Disponible en:

<http://bdigital.unal.edu.co/1214/1/nestoralejandrogomezpuentes.2005.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5. ed. México: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v. 2006. 4 pp
ISBN: 978-607-15-0291-9

INVESTIGAR los diferentes tipos de floculación que se aplican en el proceso de refinación de azúcar [Mensaje de un blog]. Los hijos de gudinio, 2015. [Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2018].

Recuperado en: <https://loshijosdegudinio.wordpress.com/2015/05/22/floculacion/>

JIMÉNEZ Evelyn. (2014). Obtención del mucílago de la cáscara de la tuna (Opuntia ficus-indica) a partir de diferentes métodos de extracción.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130028>

JIMENEZ Bustamante, José. Aprovechamiento de residuos celulósicos de piña para carbón activado. Tesis (Experiencia Recepcional). Xalapa: Universidad veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, 2014. 54 pp.

Disponible en: <https://docplayer.es/38846862-Universidad-veracruzana-tesis.html>

LIÑAN, Ismael. Desarrollo de biofiltros de residuos orgánicos para eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. España: Escuela politécnica superior de Orihuela, 2015. 69pp.

Disponible en:

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2005/1/TFM%20Li%C3%B1an%20Rodr%C3%ADguez%2C%20Ismael.pdf>

LIMÓN, Juan. LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ¿PROBLEMA O RECURSO? Guadalajara. 2013.

Disponible:

http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limon_trabajo_de_ingreso.pdf

MINAYA Loa, Kevin, Eficacia de los coagulantes *Linum usitatissimum* y *Salvia hispánica* en la remoción de sedimentos de las aguas residuales de la avícola San Fernando S. A. C. para el uso de riego categoría 3. Tesis (titulación de Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad César Vallejo Lima Norte , 2018. 102pp.

Recuperado de:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/18617/Minaya_LRK.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINISTERIO del Ambiente. Guía de Ecoeficiencia para Empresas [en línea], 2009. [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2018].

Disponible en:

http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_ecoeficiencia_para_empresas.pdf

MINAGRI. Boletín Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera [en línea]. IV Trimestre 2017. [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2018].

Disponible en:

http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-ganadera/prod-agricola-ganadera-iv-trimestre2017_020318.pdf

MINAM: En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional. 2018

Recuperado en:

<http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>

MINISTERIO de la Producción. 2 de julio de 2018. Disponible en: <https://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/994-produce-sector-metalmechanico-registro-crecimiento-de-6-1-durante-el-primer-cuatrimestre-del-ano>

MORRIS Diane. Nuevos datos de la Linaza. 2015. *s.f*

Recuperado en:

https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/04/FFt_Sp_SmrtCh_R.pdf

MOREJÓN, Bayro. Utilización del mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de pusir grande, provincia del Carchi. Tesis (Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales). Ecuador: Universidad técnica del norte, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6621/1/PG%20496%20TESIS.pdf>

MORENO Sandy, Celina, Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas de la comunidad de Chuquibamba- Cajabamba utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*. Tesis (titulación de ingeniería ambiental). Perú: Universidad César Vallejo de Trujillo, 2016. 27pp.

Recuperado de:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MUÑOZ Cruz, Amílcar. Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2008.

Disponible en:

<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/?sequence=1>

OROPEZA, Norma. Lodos residuales: estabilización y manejo. Revista Caos Conciencia [en línea]. Vol.1, 2006, n.º 10. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2018].

Disponible en: http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/NO_Vol_I_21-30_2006.pdf

PAÑÁN Sergio. ESTUDIO Y DISEÑO DE BIOFILTRO A PARTIR DE MATERIA ORGÁNICA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA. 2016

Disponible en:

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/583/1/Tesis%20Sergio%20Arturo%20Pay%C3%A1n%20G%C3%B3mez.pdf>

PLAZAS Monroy, Juan. Los refrigerantes y el medio ambiente. Tesis (Titulado en Náutica). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, Facultad de Nautica de Barcelona, 2012. 139 pp.

Disponible en

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16336/Memoria_PFC_Plazas_Monroy_Juan_Pablo.pdf

REVISTA LINAZA- Un Producto Premier de Salud y Nutrición [en línea]. Canada,2015[fecha de consulta:30 de noviembre del 2018].

Disponible en: https://flaxcouncil.ca/wp-content/uploads/2015/04/FlxPrmr-R11-Ch1_Span.pdf

RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales [en línea]. Barcelona: Boixareu, 1990 [fecha de consulta: 22 de noviembre del 2018].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=fQcXUq9WFC8C&printsec=frontcover&dq=tratamiento+de+aguas+residuales+industriales+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwie2p7EyuneAhWFl-AKHfhZDiQQ6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 84-267-0740-8

RODRIGUEZ, Ana [et al.]. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria [en línea], 2016. [Fecha de consulta: 30 de noviembre del 2018].

Disponible en:

<http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2999/1/BVE17068917e.pdf>

RODRIGUEZ, Antonio *et al.* Tratamientos Avanzados De Aguas Residuales Industriales. *Citme* [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 8 de julio del 2019]

Disponible en:

https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf

ISBN: 978-84-9031-147-9

SACSARA, Yury [et al.]. Evaluación comparativa del comportamiento morfológico y productividad del cultivo de Yuca en Centro Poblado Chilcal-San Vicente de Cañete. Tesis [Ingeniería Agronómica]. Cañete: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE, 2018. 69 pp.

Disponible.

<http://repositorio.undc.edu.pe/bitstream/handle/UNDC/47/PROYEC%20YUCA%20LEIV A%20Y%20GRUPO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANDOVAL, Ignacio y TORRES Eleazar. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía Técnica del cultivo de Piña [en línea]. 2011. [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2018].

Disponible en:

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20TECNICA%20PIN%CC%83A%202011.pdf>

Sector metalmecánico registró crecimiento de 6.1% en primer cuatrimestre 2018 [en línea]. Gestión. 3 de julio de 2018. [Fecha de consulta: 16 de junio del 2019].

Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/sector-metalmecanico-registro-crecimiento-6-1-primer-cuatrimestre-2018-237415>

SOLÍS, Rudy [et al]. Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales .Tesis. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2012.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n3/v28n3a5.pdf>

TAPIA, Francisco y Villavicencio, Abelardo. Uso de Biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Chile: ministerio de agricultura instituto de investigaciones agropecuarias, 2007.18 pp.

ISBN: 0717 – 4829

Tejada C, Montiel Z, Acevedo D. Información Tecnológica (2016) 27(1) 9-20.

Recuperado:[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000100003)

[07642016000100003](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642016000100003)

TENAZOA, Geiner y MALLQUI, José. Caracterización de productos (diésel, turbo) derivados del tratamiento térmico (destilación) de aceites lubricantes usados, en Iquitos. Tesis (Título profesional de Ingeniero Químico). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Química, 2017. 95 pp.

Disponible en:

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5011/Geiner_Tesis_Titulo_2_017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TRUJILLO, Cinthya. "Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos". Título [Ingeniera Agroindustrial]. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, 2014. 147 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNESCO. Agua para todos, Agua para la Vida [en línea].Primera publicación. 2003. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2018].

Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001494/149406s.pdf>

VARGAS, Maricruz y ROMERO Luis. Desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en países en desarrollo. Tesis (Grado título). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica,2010.

Disponible en:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5784/desarrollo-coagulantes-floculantes-tratamiento-aguas.pdf?sequence=1&isAllowed=>

GRASA ep Lithium Multipropósito 0/1/2/3. VISTONY. 2018. Disponible en: <http://www.vistony.com/grasas-lubricantes/grasa-multiproposito-ep-00-0-1-2-3-producto>

WITOLD, Haley, HAGG, Sagar and RAM Singh. POLYMERIC FLOCCULANTS FOR WASTEWATER AND INDUSTRIAL EFFLUENT TREATMENT [en línea]. Vol. 31 (3-4), 2009. [Fecha de consulta: 29 de noviembre del 2018].

Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/e5de/a2d4df7216dcd6e148de22b8a630aa1e4af8.pdf>

Anexos

Registro de cadena de custodia para el monitoreo de aguas residuales industriales– Puente Piedra -2019

Responsable del Monitoreo			Recepción en laboratorio												
Nombres y apellido	Institución	Firma	Nombres y apellido	Hora	Fecha	Firma:									
Nombre de la empresa:															
N° de muestra	Efluente	Fecha	Hora de toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Parámetros								Observaciones	
						AyG	Color	DQO	OD	SD	ST	P. Redox	pH		Turbidez

Ficha de campo para el monitoreo de aguas residuales industriales– Puente Piedra -2019

FICHA DE CAMPO			
Fecha:	Responsable del muestreo:	Hora :	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Número de la muestra:	Tipo de muestra:	Cantidad de muestra :	
LOCALIZACIÓN			
Coordenadas GPS:	Empresa :	Descripciones de acceso al lugar:	
PARÁMETROS DE CAMPO			
T° C :	PH:		
PARÁMETROS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS			
Código:	Color:	Olor:	Descripción de observación:
HERRAMIENTAS DE MUESTREO			
Tipo de muestreador:	Tipo de recipiente:	Prelavado del recipiente	
ENVÍO DE LA MUESTRA			
Preservación de la muestra:	Medio de transporte muestra :	Destino de muestra:	
REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO			
Análisis necesarios:			

Matriz de Consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de investigación	Dimensiones	indicadores	unidad
Problema General: ¿Cuál es la eficiencia para el tratamiento del agua residual industrial utilizando biofiltros y floculantes orgánicos en la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019?	Objetivo General: Identificar y analizar la eficiencia del tratamiento del agua residual industrial utilizando biofiltros y floculantes orgánicos en la empresa metalmecánica ByV Puente Piedra, 2019.	Hipótesis General: Ha: El uso de biofiltros y floculantes orgánicos es eficiente para tratamiento del agua residual industrial en la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra, 2018. Ho: El uso de biofiltros y floculantes orgánicos no es eficiente para tratamiento del agua residual industrial en la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra, 2019.	Características fisicoquímicas	Grasas y aceites	mg AYG / l
				Sólidos totales	mg/l
				Oxígeno disuelto	mg/l
Problemas Específicos: P1: ¿Cuál es el diagnóstico inicial de la calidad del agua residual industrial en la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019?	Objetivos Específicos: O1: Analizar los parámetros físicos y químicos iniciales del agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV, para diagnosticar su estado de calidad, Puente Piedra-2019.	Hipótesis Específicas: H1: Se logra analizar y diagnosticar la calidad inicial del agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.	Característica Física	Temperatura	°C
				Aceites y grasas	mg AYG / l
				Turbidez	NTU
				Sólidos totales	mg/l
				Sólidos disueltos	mg/l
				Sólidos suspendidos totales	mg/l

			Característica Química	pH	Unidad de Ph
				Potencial redox	m/v
				Conductividad eléctrica	μS/cm
				DQO	mg/l
				Oxígeno disuelto	mg/l
				DBO5	mg/l
P2: ¿Cuál es la granulometría óptima del biofiltro para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019?	O2: Identificar la granulometría óptima del biofiltro para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.	H2: Se consigue identificar la granulometría óptima para el tratamiento del agua residual industrial de la metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.	Característica del biofiltro	Peso	g
				Granulometría	mm
P3: ¿Qué dosis de floculante orgánico disminuye más la concentración de aceites y grasas en el agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019?	O3: Evaluar y establecer la dosis de floculante orgánico que disminuya más la concentración de aceites y grasas en el agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.	H3: Se obtiene la dosis más adecuada de floculante orgánico para disminuir la concentración de aceites y grasas del agua residual industrial de la empresa metalmecánica ByV, Puente Piedra-2019.	Características del Mucílago	Temperatura	°C
				pH	NTU
				Conductividad eléctrica	μS/m
				Remoción $n = \frac{FZ - FA}{FZ} * 100$	%

<p>P4: ¿Cuál será la calidad del agua residual industrial de la empresa metalmeccánica ByV, Puente Piedra-2019?</p>	<p>O4: Mejorar la calidad del agua residual industrial de la empresa metalmeccánica ByV, Puente Piedra-2019.</p>	<p>H4: Se logra mejorar la calidad del agua residual industrial de la empresa metalmeccánica ByV, Puente Piedra-2019.</p>	<p>Característica Física</p>	Temperatura	°C
				Aceites y grasas	mg AYG / l
				Turbidez	NTU
				Sólidos totales	mg/l
				Sólidos disueltos	mg/l
				Sólidos suspendidos totales	mg/l
			<p>Característica Química</p>	pH	Unidad de Ph
				Potencial redox	m/v
				Conductividad eléctrica	µS/cm
				DQO	mg/l
				Oxígeno disuelto	mg/l
DBO5	mg/l				

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y Nombre: DIOCESI GARCIA, TAN 2011
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - Universidad César Vallejo
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Registro de los parámetros físicos del agua, calidad
 1.4 Autor(s) del Instrumento: María Cristina Rojas Lora - Karen Chequivil Mamani

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											/		
2. Objetividad	Está adscrito a las leyes y principios científicos.											/		
3. Actualidad	Está adscrito a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. Organización	Existe una organización lógica.											/		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											/		
6. Intencionalidad	Está adscrito para valorar las variables de la hipótesis.											/		
7. Coherencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.											/		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adscripción al Método Científico.											/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de JUNIO del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO

DNI N° Telf.

201 5 801

Formato 1: Registro de los parámetros iniciales del agua residual industrial – Puente Piedra

Lugar :		Empresa:		
Distrito:		Fecha :		
Coordenadas UTM:		Hora:		
X:				
Y:				
Ítem	Parámetros control		Unidad	Agua residual industrial
				ARI-INICIAL
1	Temperatura	X	°c	
2	DBO5	X	mg/l	
3	Sólidos totales	X	mg/l	
4	Sólidos disueltos	X	mg/l	
5	Ph	X	Unidad de Ph	
6	Conductividad eléctrica	X	μS/cm	
7	Potencial redox	X	m/v	
8	DQO	X	mg/l	
9	Accítes y grasas	X	mg AYG / L	
10	OD	X	mg/l	
11	TURBIDEZ	X	NTU	
12	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	X	mg/l	


 Firma del representante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio
O: Análisis realizado in situ



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Ordoñez Gilmer, Ivan Julio*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Caracterización de la Cultura de José Pío, Tarma y/o*
- 1.4 Autoría del instrumento: *Yolanda Chirinos Rojas - Karen Chiriquel Mamani*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MIDIALENT O ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible												✓	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos												✓	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												✓	
4. Organización	Existe una organización lógica												✓	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis												✓	
7. Coherencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												✓	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												✓	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												✓	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

S
 N

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 25 de Julio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO

DNI N°

T.E.

2018 PER

Formato 2: Caracterización de la cáscara de Maníes esculenta (Yuca), Ananas comosus (Piña), Opuntia ficus-indica (Tuna) y semilla Linum usitatissimum (Linaza).

Lugar :			Empresa:				
Distrito:			Fecha :				
Coordenadas UTM :			Hora :				
X:							
Y:							
Ítem	Parámetros de control		Unidad	Cáscara de la yuca	Cáscara de la piña	Cáscara de tuna	Semilla de linaza
1	Conductividad	X	(μ S/cm)				
2	pH	X	Unidad de pH				
3	Temperatura	X	°C				
4	Potencial Rédox	X	mV				
5	Turbidez	X	NTU			-	-


Firma del presentante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio
- : No se aplico



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Ordoñez Galvez, Juan Gallo*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
- 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Registro de parámetros de los Testimonios del Área Científica*
- 1.4 Autor(a) del Instrumento: *Marta Cristina Rojas Novoa - Karan Chiquena Herrera*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MEDIAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible													/		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													/		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													/		
4. Organización	Existe una organización lógica.													/		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													/		
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													/		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													/		
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													/		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.													/		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													/		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 25 de Junio del 2016

FIRMA DEL EXPERTO

DNI N° Tel

2086472

Formato 3: Registros de parámetros de los tratamientos del agua residual industrial de la empresa Metalmecánica ByV aplicando como alternativa de solución el uso de biofiltro (cáscara de Maníos esculenta-Yuca y Ananas comosus- Piña) y floculantes (mucilago de *Opuntia ficus-indica- Tuna* y la semilla *Linum usitatissimum-Linaza*).

Lugar :			Empresa:									
Distrito:			Fecha :									
Coordenadas UTM :			Hora :									
X:												
Y:												
Ítem	Parámetros de control		Unidad	Primera repetición			Segunda repetición			Tercera repetición		
				Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
1	Aceites y grasas	X	mg/L									
2	Conductividad	X	(μ S/cm)									
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	X	mg/L									
4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L									
5	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	X	mg/L									
6	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH									
7	Temperatura	X	°C									
8	Potencial Rédox	X	mV									
9	Turbidez	X	NTU									
10	Sólidos totales	X	mg/l									
11	Sólidos disueltos	X	mg/l									
12	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l									


Firma del representante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Ordóñez Galvez, Juan Julio*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Medición de parámetros para la prueba físico del Agua Estancada.*
 1.4 Autor(a) del Instrumento: *Tania Cristina Rojas Novoa - Karen Chiquimil Mamora.*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MEDIANAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible												/	
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. Organización	Existe una organización lógica.												/	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												/	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												/	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

 SI
 NO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90%

 Lima, 25 de Junio del 2010

FIRMA DEL EXPERTO

 DNI N° 80150012 Tel.

Formato 4: Medición de parámetros para la prueba piloto del agua residual industrial de la Metalmecánica ByV – Puente Piedra 2019.

Lugar :			Empresa:				
Distrito:			Fecha :				
Coordenadas UTM :			Hora :				
X:							
Y:							
Ítem	Parámetros de control		Unidad	MEDICIÓN POR TIEMPOS			
				15 min	30 min	45 min	60 min
1	Conductividad	X	(μ S/cm)				
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5))	X	mg/L				
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L				
4	Oxígeno Disuelto	X	mg/L				
5	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH				
6	Temperatura	X	$^{\circ}$ C				
7	Potencial Rédox	X	mV				
8	Turbidez	X	NTU				
9	Sólidos totales	X	mg/l				
10	Sólidos disueltos	X	mg/l				
11	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l				
12	Sólidos sedimentales	x	mg/l				


Firma del presentante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Alcántara Rosa Alejandra*
- 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Perfil de las competencias del Ogen en el aula*
- 1.4 Autor(a) del Instrumento: *Maria Cristina Rojas Nolasco - Korum Organizad. Humani*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MARGINAL			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible										✓			
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									✓				
4. Organización	Existe una organización lógica.										✓			
5. Sufficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										✓			
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.											✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%

Lima, *27/11/2019* del 2019

FIRMA DEL EXPERTO
DNI N° *972624131* Tel. *972 810 810*

Formato 1: Registro de los parámetros iniciales del agua residual industrial – Puente Piedra

Lugar :		Empresa:	
Distrito:		Fecha :	
Coordenadas UTM:		Hora:	
X:			
Y:			
Ítem	Parámetros control	Unidad	Agua residual industrial
			ARI-INICIAL
1	Temperatura	X	°c
2	DBO5	X	mg/l
3	Sólidos totales	X	mg/l
4	Sólidos disueltos	X	mg/l
5	Ph	X	Unidad de Ph
6	Conductividad eléctrica	X	µS/cm
7	Potencial redox	X	m/v
8	DQO	X	mg/l
9	Aceites y grasas	X	mg AYG / L
10	OD	X	mg/l
11	TURBIDEZ	X	NTU
12	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	X	mg/l



Firma del representante

Nota :

X: Análisis realizado por un laboratorio

O: Análisis realizado in situ

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Alcántara Bosa Alejandro*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Caracterización de la Sesión de Manejo, Uso, Tercer y Cuarta?*
 1.4 Autor(a) del Instrumento: *Yara Gabriela Rojas Noron - Docente Ocupacional Normal*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MEDIAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓				
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												✓			
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓			
4. Organización	Existe una organización lógica.												✓			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓			
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												✓			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.												✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
 %

 Lima, 27 / Junio del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° 77079222 T.O.E. 79726506

Formato 2: Caracterización de la cáscara de Maníes esculenta (Yuca), Ananas comosus (Piña), Opuntia ficus-Indica (Tuna) y semilla Linum usitatissimum (Linaza).

Lugar :		Empresa:				
Distrito:		Fecha :				
Coordenadas UTM :		Hora :				
X:						
Y:						
Ítem	Parámetros de control	Unidad	Cáscara de la yuca	Cáscara de la piña	Cáscara de tuna	Semilla de linaza
1	Conductividad	X (μS/cm)				
2	pH	X Unidad de pH				
3	Temperatura	X °C				
4	Potencial Rédox	X mV				
5	Turbidez	X NTU			-	-



Firma del presentante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio
- : No se aplico

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Alcántara Ben Alexander*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Testeó de parámetros de los Triángulos del Agua en Quech*
 1.4 Autor(a) del Instrumento: *María Gloria Rojas Novoa - Karen Chiquipal Ybarra*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. Organización	Existe una organización lógica.												✓	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.												✓	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%

 Lima, 27 / Junio del 2018

 FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° 33528121 Tel. 993202138

Formato 3: Registros de parámetros de los tratamientos del agua residual industrial de la empresa Metalmecánica ByV aplicando como alternativa de solución el uso de biofiltro (cáscara de Manios esculenta-Yuca y Ananas comosus- Piña) y floculantes (mucílago de *Opuntia ficus-indica*- Tuna y la semilla *Linum usitatissimum*-Linaza).

Lugar :			Empresa:								
Distrito:			Fecha :								
Coordenadas UTM :			Hora :								
X:											
Y:											
Ítem	Parámetros de control	Unidad	Primera repetición			Segunda repetición			Tercera repetición		
			Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
1	Aceites y grasas	X	mg/L								
2	Conductividad	X	(μ S/cm)								
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	X	mg/L								
4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L								
5	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	X	mg/L								
6	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH								
7	Temperatura	X	$^{\circ}$ C								
8	Potencial Rédox	X	mV								
9	Turbidez	X	NTU								
10	Sólidos totales	X	mg/l								
11	Sólidos disueltos	X	mg/l								
12	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l								



Firma del presentante

Nota :

X: Análisis realizado por un laboratorio

Formato 4: Medición de parámetros para la prueba piloto del agua residual industrial de la Metalmecánica ByV – Puente Piedra 2019.

Lugar :			Empresa:				
Distrito:			Fecha :				
Coordenadas UTM :			Hora :				
X:							
Y:							
Ítem	Parámetros de control		Unidad	MEDICIÓN POR TIEMPOS			
				15 min	30 min	45 min	60 min
1	Conductividad	X	(μ S/cm)				
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	X	mg/L				
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L				
4	Oxígeno Disuelto	X	mg/L				
5	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH				
6	Temperatura	X	$^{\circ}$ C				
7	Potencial Rédox	X	mV				
8	Turbidez	X	NTU				
9	Sólidos totales	X	mg/l				
10	Sólidos disueltos	X	mg/l				
11	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l				
12	Sólidos sedimentales	x	mg/l				



Firma del presentante

Nota :

X: Análisis realizado por un laboratorio



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon César Eduardo
 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente - Universidad César Vallejo
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de las principales técnicas de Agua residual Dato
 1.4 Autor(a) del instrumento: María Córdova Rojas Novoa - Excmo. Churruarín, Huaran

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MARGINAL E ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible													
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos													
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. Organización	Existe una organización lógica.													
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis													
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos lógicos y/o científicos.													
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

Jimenez

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:



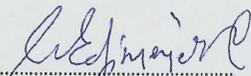
Dr. César Calderón Jimenez Calderón
C.R. 42355

Lima, 26 de Julio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO
DNI N° Tel.

Formato 1: Registro de los parámetros iniciales del agua residual industrial – Puente Piedra

Lugar :		Empresa:		
Distrito:		Fecha :		
Coordenadas UTM:		Hora:		
X:				
Y:				
Ítem	Parámetros control		Unidad	Agua residual industrial
				ARI-INICIAL
1	Temperatura	X	°c	
2	DBO5	X	mg/l	
3	Sólidos totales	X	mg/l	
4	Sólidos disueltos	X	mg/l	
5	Ph	X	Unidad de Ph	
6	Conductividad eléctrica	X	µS/cm	
7	Potencial redox	X	m/v	
8	DQO	X	mg/l	
9	Aceites y grasas	X	mg AYG / L	
10	OD	X	mg/l	
11	TURBIDEZ	X	NTU	
12	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	X	mg/l	



Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355
 Firma del representante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio
O: Análisis realizado in situ



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellido y Nombre: *Jiménez Calderón César Eduardo*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Monitoreo de la Calidad de los Cursos de pregrado, Tercer y Séptimo*
 1.4 Autor(a) del Instrumento: *Nivia Colina Rojas Vélez - Karen Dampieri Paredes*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MARGINALMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible															
2. Objetividad	Está adscrito a las leyes y principios científicos.												✓			
3. Actualidad	Está adscrito a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓			
4. Organización	Existe una organización lógica.												✓			
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓			
6. Intencionalidad	Está adscrito para valorar las variables de la hipótesis.												✓			
7. Consistencia	Se respaldó en fundamentos teóricos y/o científicos.												✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓			
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.												✓			
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adscripción al Método Científico.												✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

Jiménez
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 COT 43322

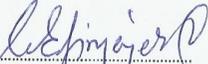
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, *26 de junio* del 2009

FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° _____ T.E.

Formato 2: Caracterización de la cáscara de Maníes esculenta (Yuca), Ananas comosus (Piña), Opuntia ficus-indica (Tuna) y semilla Linum usitatissimum (Linaza).

Lugar :		Empresa:				
Distrito:		Fecha :				
Coordenadas UTM :		Hora :				
X:						
Y:						
Ítem	Parámetros de control	Unidad	Cáscara de la yuca	Cáscara de la piña	Cáscara de tuna	Semilla de linaza
1	Conductividad	X (μS/cm)				
2	pH	X Unidad de pH				
3	Temperatura	X °C				
4	Potencial Rédox	X mV				
5	Turbidez	X NTU				


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Firma del presentante

Nota :
X: Análisis realizado por un laboratorio
- : No se aplico

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *López Alderson César Eduardo*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Registro de parámetros de los tratamientos del agua de la ciudad de Ica*
 1.4 Autor(a) del instrumento: *María Chifera Rojas Vera - Karina Churruarín Harón*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MARGINAL O ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible													✓		
2. Objetividad	Está adecuado a las leyes y principios científicos													✓		
3. Actualidad	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓			
4. Organización	Existe una organización lógica													✓		
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓		
6. Intencionalidad	Está adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													✓		
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓			
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓		
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓		
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.

[Firma manuscrita]
 Dr. César Eduardo López Alderson
 CP 41115

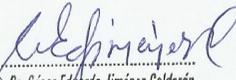
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
 %

Lima, 26 de junio del 2019

FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° T.E.

Formato 3: Registros de parámetros de los tratamientos del agua residual industrial de la empresa Metalmecánica ByV aplicando como alternativa de solución el uso de biofiltro (cáscara de Maníes esculenta-Yuca y Ananas comosus- Piña) y floculantes (mucílago de *Opuntia ficus-indica*- Tuna y la semilla *Linum usitatissimum*-Linaza).

Lugar :			Empresa:									
Distrito:			Fecha :									
Coordenadas UTM :			Hora :									
X:												
Y:												
Ítem	Parámetros de control		Unidad	Primera repetición			Segunda repetición			Tercera repetición		
				Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g	Dosis 0.15 g	Dosis 0.30 g	Dosis 0.45 g
1	Aceites y grasas	X	mg/L									
2	Conductividad	X	(μ S/cm)									
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	X	mg/L									
4	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L									
5	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	X	mg/L									
6	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH									
7	Temperatura	X	$^{\circ}$ C									
8	Potencial Rédox	X	mV									
9	Turbidez	X	NTU									
10	Sólidos totales	X	mg/l									
11	Sólidos disueltos	X	mg/l									
12	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l									



 Dr. César Edgardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355
 Firma del presentante

Nota :
 X: Análisis realizado por un laboratorio

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: *Jimenez Calderon César Eduardo*
 1.2 Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad César Vallejo*
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Validación de parámetros para la prueba piloto del agua*
 1.4 Autor(a) del instrumento: *María Cristina Rojas Rivera - Karim Guayquil Yamant*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje comprensible												✓	
2. Objetividad	Está adscrito a las leyes y principios científicos.													✓
3. Actualidad	Está adscrito a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. Organización	Existe una organización lógica.													✓
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
6. Intencionalidad	Está adscrito para valorar las variables de la hipótesis.												✓	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adscripción al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación.



Reduccionista
 Dr. César Eduardo Jimenez Calderon
 CP. 41715

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

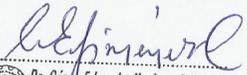
75

Lima, *26 junio* del 2019

FIRMA DEL EXPERTO
 DNI N° _____ Tel. _____

Formato 4: Medición de parámetros para la prueba piloto del agua residual industrial de la Metalmecánica ByV – Puente Piedra 2019.

Lugar :			Empresa:				
Distrito:			Fecha :				
Coordenadas UTM :			Hora :				
X:							
Y:							
Ítem	Parámetros de control		Unidad	MEDICIÓN POR TIEMPOS			
				15 min	30 min	45 min	60 min
1	Conductividad	X	(μ S/cm)				
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno ((DBO5)	X	mg/L				
3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	X	mg/L				
4	Oxígeno Disuelto	X	mg/L				
5	Potencial de Hidrógeno (pH)	X	Unidad de pH				
6	Temperatura	X	$^{\circ}$ C				
7	Potencial Rédox	X	mV				
8	Turbidez	X	NTU				
9	Sólidos totales	X	mg/l				
10	Sólidos disueltos	X	mg/l				
11	Sólidos suspendidos totales	X	mg/l				
12	Sólidos sedimentales	x	mg/l				



 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Firma del presentante

Nota :
 X: Análisis realizado por un laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

CARACTERIZACIÓN INICIAL DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

SOLICITADO POR: KAREN CHUQUIPUL MAMANI

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Metal Mecánica B&V

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 30 Abril del 2019

Código	T°C	pH acido/base	CE µS/cm	Eh mv
ARI - Inicial	19.9	7.43	2310	-120

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	TURBIDEZ NTU
ARI-INICIAL	22.42	14.08	8.34	850

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Aceites y Grasas mgO ₂ /l
ARI-INICIAL	1.98	990.8	248	94.96

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DE RESIDUO ORGÁNICO PIÑA(ROP)

Código	T°C	pH acido/base	CE µS/cm	Eh mv	TURBIDEZ NTU
ROP-Inicial	19.5	3.93	7930	134.70	100

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DE RESIDUO ORGÁNICO CASCARA DE YUCA (ROCY)

Código	T°C	pH acido/base	CE µS/cm	Eh mv	TURBIDEZ NTU
ROCY-Inicial	19.5	6.11	4600	67.80	106

Método físico	Técnica gravimétrica
Standard Methodos for examination of water	Técnica Winkler
Wáter análisis- determination of extractables fats and oil in natural, waswaters and waswaters treated	Técnica reflujó soxhlet

Lima, 20 Junio 2019

MSc. Atilio Mejía A.
Jefe Laboratorio Espectrometría



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

PRIMER TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

SOLICITADO POR: KAREN CHUQUIPUL MAMANI

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Metal Mecánica B&V

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 18 de Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
MMT1-0.15%	23 °C	9.99	4560	-182.2	169.2
MMT1-0.30%	23 °C	10.02	5540	-202	149.2
MMT1-0.45%	23 °C	10.04	5565	-208	172.7

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l
MMT1-0.15%	7.53	5.91	1.72
MMT1-0.30%	7.63	5.93	1.70
MMT1-0.45%	8.78	6.20	2.58

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Aceites/grasas
MMT1-0.15%	4.95	116.48	181.00	5.927
MMT1-0.30%	5.12	87.36	148.00	0.886
MMT1-0.45%	4.70	145.60	214.00	2.987

Método físico	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Water análisis- determination of extractables fats and oil in natural, waswaters and waswaters treated	Técnica reflujo soxhlet

SEGUNDO TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

SOLICITADO POR: KAREN CHUQUIPUL MAMANI

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Metal Mecánica B&V

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 18 de Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
MMT2-0.15%	23 °C	8.10	7230	-124.5	168.90
MMT2-0.30%	23 °C	8.77	7800	-154.9	150.20
MMT2-0.45%	23 °C	8.16	7940	-128.4	173.02

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l
MMT2-0.15%	7.44	5.82	1.62
MMT2-0.30%	7.74	6.02	1.72
MMT2-0.45%	8.41	6.31	2.1

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Aceites/grasas
MMT2-0.15%	5.03	110.66	182.00	2.38
MMT2-0.30%	5.20	58.24	149.00	0.776
MMT2-0.45%	4.87	116.48	214.00	5.82

Método físico	Técnica gravimétrica
Standard Methodos for examination of water	Técnica Winkler
Water análisis- determination of extractables fats and oil in natural, waswaters and waswaters treated	Técnica reflujó soxhlet

TERCER TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

SOLICITADO POR: KAREN CHUQUIPUL MAMANI

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Metal Mecánica B&V

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 18 de Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
MMT3-0.15%	21 °C	8.35	7010	-123	165.6
MMT3-0.30%	21 °C	8.67	7725	-155	148.2
MMT3-0.45%	21 °C	8.15	7895	-110	170.5

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l
MMT3-0.15%	7.34	5.72	1.62
MMT3-0.30%	7.54	5.96	1.58
MMT3-0.45%	8.11	6.21	1.90

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Aceites/grasas
MMT3-0.15%	5.12	116.48	168	1.947
MMT3-0.30%	5.20	87.36	149	0.436
MMT3-0.45%	4.54	145.60	215	4.817

Método físico	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Water análisis- determination of extractables fats and oil in natural, waswaters and waswaters treated	Técnica reflujó soxhlet

Lima, 20 Junio 2019


 Msc. Atlio Mendoza A.
 Jefe Laboratorio Espectrometría



PRUEBA PILOTO DE AGUA RESIDUAL DE METAL MECÁNICA

SOLICITADO POR: KAREN CHUQUIPUL MAMANI

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: Metal Mecánica B&V - PUENTE PIEDRA

RECEPCION DE MUESTRA: Lima, 24 Junio del 2019

Código	T°C	pH ACIDO/BASE	CE μS/cm	Eh mv	Turbidez NTU
PPMC – 15 MIN	19.6	11.2	5610	-201	161.1
PPMC – 30 MIN	19.6	11.22	5520	-210	146.05
PPMC – 45 MIN	19.6	11.11	5560	-206	145.3
PPMC – 60 MIN	19.6	11.07	5440	-202	143.05

Código	OD mgO ₂ /l	DQO mgO ₂ /l	DBO ₅ mgO ₂ /l	Aceite y grasa
PPMC – 15 MIN	5.30	115.63	130.00	1.756
PPMC – 30 MIN	5.14	100.35	99.32	1.060
PPMC – 45 MIN	5.13	88.02	82.00	0.950
PPMC – 60 MIN	5.85	75.85	65.00	0.428

Código	ST mg/l	SD mg/l	SST mg/l	Solidos sedimentables
PPMC – 15 MIN	6.25	5.28	0.97	0.7 mg/l
PPMC – 30 MIN	5.14	4.30	0.84	0.6mg/l
PPMC – 45 MIN	4.67	2.68	1.99	0.5 mg/l
PPMC – 60 MIN	3.48	1.95	1.53	0.8

Método físico del agua	Técnica gravimétrica
Standard Methods for examination of water	Técnica Winkler
Potenciométrico	Técnica multiparámetro
Método DIN 12672	Técnica cono inof