



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión bibliográfica de las técnicas para el tratamiento de aguas
residuales de lavandería - Lima 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Benavides Diaz, Bryan Galindo (ORCID: 0000-0002-5812-2954)

Chavez Alarcon, Marcia Lucia (ORCID: 0000-0001-9085-1607)

ASESOR:

Dr. Valdiviezo Gonzales Lorgio (ORCID: 0000-0002-8200-4640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a nuestras familias, por brindarnos su apoyo durante estos años, a pesar de los momentos difíciles siempre tuvieron palabras de motivación para poder salir adelante.

Agradecimientos

A mis padres y hermanos; por el apoyo durante estos años para poder culminar mi carrera profesional a pesar de todos los momentos difíciles que pasamos. De igual manera un agradecimiento a todos mis profesores por sus enseñanzas y conocimientos brindados y en especial a nuestro asesor el Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales y Mg. Rita Cabello Torres por el apoyo, consejos y enseñanza durante este tiempo de para poder culminar mi tesis para obtener nuestro título como ingenieros ambientales.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Índice de abreviaturas	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I.INTRODUCCIÓN	11
II.MARCO TEÓRICO	13
III.MÉTODO	28
3.1 Diseño de la investigación	28
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	28
3.3 Escenario de estudio	31
3.4 Participantes.....	31
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.6 Procedimientos.....	31
3.7 Rigor científico.....	32
3.8 Método de análisis de información	33
3.9 Aspectos Éticos.....	33
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
V.CONCLUSIONES	39
VI.RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1: Antecedentes bibliográficos	14
Tabla 2: Aspectos e impactos ambientales de una lavandería industrial.....	17
Tabla 3: Plantas acuáticas emergentes utilizadas en tratamiento de aguas residuales.....	23
Tabla 4: Matriz de categorización.....	28
Tabla 5: Resumen de criterios de búsqueda.....	31
Tabla 6: Principales parámetros de operación por método.....	34
Tabla 7: Ventajas y desventajas de operación por método.....	36

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Esquema de agua residual	13
Figura 2: Proceso de Lavandería	16
Figura 3: Estructura de tensoactivos	18
Figura 4: Coagulación	20
Figura 5: Fuerza de atracción y repulsión	21
Figura 6: Sistema de agua superficial libre	22
Figura 7: Fuerza de atracción y repulsión	23

Índice de abreviaturas

μm: Micras

AC: Carbón activado

Al₂O₃: Óxido de aluminio

DBO: Demanda biológica de oxígeno

DQO: Demanda química de oxígeno

Fe₂O₃: Óxido de hierro III

GAC: Carbón activado granular

H₂O₂: Peróxido de hidrógeno

LMP: Límites máximo permisible

M: Metros

M³: metros cúbicos

nm: nanómetro

O₃: Ozono

pH: Peachimetro

PR: Polimérico resina

SST: Sólidos suspendidos totales

TiO₂: Dióxido de titanio

UV: Radiación Ultravioleta

VMP: Valores máximo permisible

ZnO: Óxido de zinc

Λ: Espectro solar

Resumen

En este presente trabajo tiene como objetivo analizar los aspectos más relevantes de las técnicas usadas en el tratamiento de agua residual de lavandería, identificar los parámetros operacionales e identificar las ventajas y desventajas de las técnicas usadas para el tratamiento de aguas residuales de lavandería. A través de la revisión de técnicas usadas en el tratamiento de aguas residuales de lavandería, nos muestra que este tema ha sido poco estudiado y la mayoría de información se encuentra en inglés, fue necesario una exhaustiva búsqueda de artículos en fuentes confiables y actualizadas como el sciencedirect, EBSCO, Scielo. Para ello se usó una técnica de recopilación de datos de análisis documental se recopiló 125 documentos de los cuales el 73% son artículos. De acuerdo a la información recopilada nos muestra que la técnica de proceso combina de coagulación – floculación y filtración obtuvo una remoción máxima de 99.2% surfactantes, 98.9% DQO, 99.9% color y 99.4% turbidez en un tiempo entre 50 – 150 minutos, la técnica de oxidación foto catalítica nos da un resultado máximo de 46% surfactantes, 51% Nitratos y 53.2% DQO en un tiempo de 24 horas; y la técnica de humedales artificiales muestra una remoción máxima de 97% surfactantes, 95.51% Sólidos suspendidos totales y 91% DQO en un tiempo de 15 días. En conclusión decimos que la técnica que presenta mayor eficiencia en remoción y tiempo para el tratamiento de aguas residuales de lavandería es el proceso combinado por coagulación – floculación y filtración.

Palabras claves: Técnicas, tratamiento, surfactantes, efluentes de lavandería, remoción de surfactantes, remoción de DQO.

Abstract

The objective of this work is to analyze the most relevant aspects of the techniques used in the treatment of laundry wastewater, identify the operational parameters and identify the advantages and disadvantages of the techniques used for the treatment of laundry wastewater. Through the review of techniques used in the treatment of laundry wastewater, it shows us that this topic has been little studied and most of the information is in English, it was necessary to exhaustively search for articles in reliable and updated sources such as the sciencedirect, EBSCO, Scielo. For this, a documentary analysis data collection technique was used, 125 documents were collected, of which 73% are articles. According to the information collected, it shows us that the process technique combines coagulation - flocculation and filtration obtained a maximum removal of 99.2% surfactants, 98.9% COD, 99.9% color and 99.4% turbidity in a time between 50 - 150 minutes, the Photocatalytic oxidation technique gives us a maximum result of 46% surfactants, 51% Nitrates and 53.2% COD in a time of 24 hours; and the artificial wetlands technique shows a maximum removal of 97% surfactants, 95.51% total suspended solids and 91% COD in a time of 15 days. In conclusion, we say that the technique that presents the greatest removal efficiency and time for the treatment of laundry wastewater is the process coagulating by coagulation - flocculation and filtration.

Key words: Techniques, treatment, surfactants, laundry effluents, surfactant removal, COD removal.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales domésticas que no llegan a mezclarse con residuos fecales son consideradas aguas grises, las cuales provienen del lavado de ropa, limpieza, restos de alimentos; las aguas grises contienen material en suspensión que pueden ser formadas por arena, materia orgánica, grasas, sales, detergentes, tierra, restos de tela, (Cuenca M., 2015, p.39). Las aguas grises constituyen más del 50% de las aguas residuales domésticas con un gran potencial de reutilización, (Oktor y Çelik, 2019, p.1).

El negocio de la lavandería industrial es uno de los mayores consumidores de agua, pagan una cantidad considerable de dinero por usarla. En promedio, un negocio de lavandería utiliza 15 litros de agua para procesar 1 kilogramo de ropa y descarga un total de 400 m³ de aguas residuales al día, (Nicolaidisnicol y Vyrides 2014, p.1).

El proceso de lavado tiene como objetivo eliminar la suciedad, utilizando blanqueador, suavizantes y tensoactivos, estos son considerados como los ingredientes más importantes en el proceso de lavado de ropa, (Šostar-Turk et al. 2005, p.1). Se aplican diversos productos químicos con el fin de eliminar las manchas de los tejidos, (Shang et al. 2015, p.2).

En la industria las etapas de lavado y enjuague utilizan la mayor cantidad de químicos como los tensoactivos, así mismo presentan sólidos suspendidos como las pelusas, suciedad, aceites, colorantes, entre otros, (Choobar et al.2019, p.1).

El agua residual que proviene de las lavanderías van directamente por el alcantarillado, las cuales terminan en un cuerpo de agua, en su mayoría estos cuerpos de agua son destinados para el riego de cultivo, consumo humano o áreas recreativas, esto hace que aumente los niveles de riesgo para la salud en la población; tales como diarreas, parasitismo, fiebre, tifoidea, entre otros, (Valenzuela y Campuzano, 2018, p.2).

La mayoría de actividades son realizadas por el ser humano los cuales implican el uso de agua. Al pasar de los años la necesidad de utilizar agua de manera cotidiana hace que aumente este tipo de contaminante, con alta carga de

residuos, alrededor del mundo. En muchos países, con excepción de los países desarrollados, el mayor porcentaje de aguas residuales es vertidos al medio ambiente sin ser tratado, lo que perjudica de una manera significativa a los recursos ambientales como agua dulce y los ecosistemas, (UNESCO, 2017, p. 1).

Por lo expuesto anteriormente se plantean los siguientes objetivos:

Como objetivo general se va analizar los aspectos más relevantes de las técnicas usadas en el tratamiento de efluente de lavandería. Los objetivos específicos serán Identificar los parámetros operacionales más relevantes de las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería; Identificar las ventajas y desventajas de las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería.

En los últimos años se ha visto que la industria de lavandería crece a pasos agigantados, encontramos en el Perú una gran cantidad de lavanderías las cuales brindan servicios de forma legal o ilegal. Debido a los hábitos adquiridos por la población al pasar de los años, incrementan la demanda del servicio de lavado, ya que por falta de tiempo por trabajo o motivos personales prefieren pagar por el servicio.

Por lo expuesto el presente trabajo de investigación plantea evaluar el uso de técnicas más eficaces en aguas contaminadas por tensoactivos de los efluentes de la industria de lavandería. Los tratamientos para este tipo de efluentes en específico no son aplicados en el Perú por lo que se pretende llenar un vacío de conocimiento por falta de información ya que la mayoría de estas referencias se encuentra en portugués o inglés.

Por tal, en esta investigación se tienen como problema general ¿Cuáles son los aspectos más relevantes de las técnicas utilizadas para el tratamiento de efluentes de lavandería?, los problemas específicos son ¿Cuáles son los parámetros operacionales más relevantes en las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería? Y ¿Cuáles son las ventajas y desventajas para el tratamiento de efluentes de lavandería?.

II. MARCO TEÓRICO

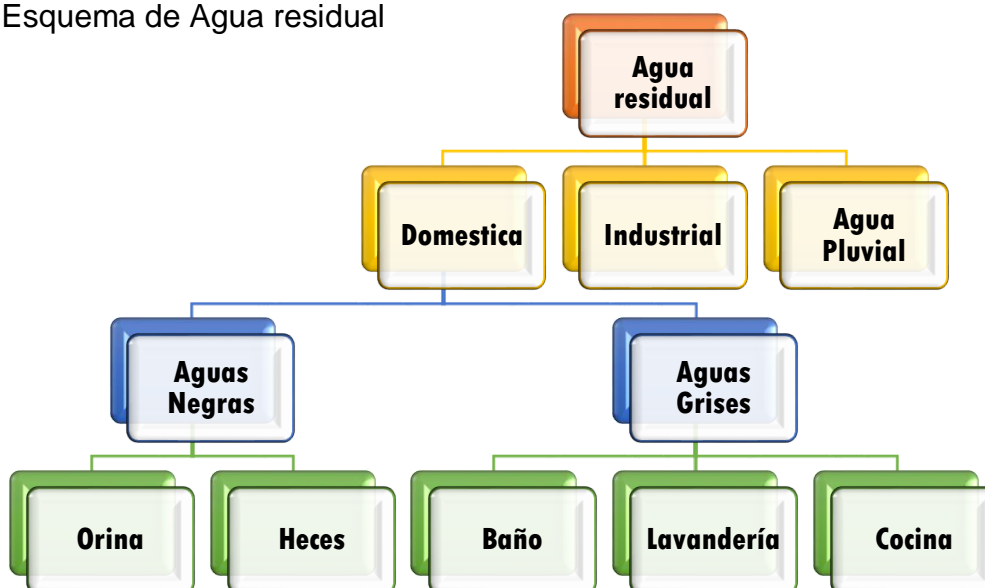
En la presente **Tabla N°1** se hace el desarrollo de los antecedentes, donde la información es extraída de los artículos científicos, en la que nos brinda datos importantes para la presente revisión bibliográfica.

Los efluentes residuales contienen una inmensa cantidad de contaminantes de origen doméstico, industria, comercial e institucional; las aguas residuales domesticas no presentan sustancias peligrosas, lo que puede llegar a afectar es la presencia de químicos y pequeñas concentraciones de medicamentos de uso cotidiano los cuales generar impactos a largo plazo, (UNESCO, 2017, p.4).

Las características de las aguas residuales fueron modificadas por actividades humanas; en el Perú se genera 2 217946 m³ de descargas de agua residual a la red de alcantarillado, (OEFA, 2014. p.2). Las aguas residuales han sido utilizadas para procesos domésticos los cuales contienen grasas, detergentes, materia orgánico, entre otros, (Campos, B.2017. p.13). Las aguas residuales requieren tratamiento antes de ser vertidas un cuerpo de agua, ya que es perjudicial para el ambiente y salud afectando el ecosistema acuático, (Diaz, J.2015. p.11).

El agua residual se divide en tres categorías las cuales son agua doméstica, industrial y pluvial como se presenta en la **Figura 1** un esquema de origen de las aguas residuales.

Fig.1: Esquema de Agua residual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1: Antecedentes bibliográficos

AUTOR	PROCESO	PARÁMETROS DE OPERACIÓN	RESULTADOS	PAIS
Kuo Huang, 2019,p.1 y 2	Coagulación/floculación, adsorción y micro filtración	<p><u>Coagulación:</u> Acacia mearnsii(arbusto) Dosis:140 mg L-1, Tiempo:10 minutos,Agitación:120 rpm, pH :6</p> <p><u>Adsorción:</u> Tipo: hueso bovino,Dosis:0.1gr,Tiempo:10 horas</p>	<p>99.9% Color 80% DQO 92.9% Tensoactivos 99.4% Turbidez</p>	Brasil
Tolentino et al.2019,p.3	Oxidación foto catalítica	<p><u>Tipo y Dosis:</u> Dióxido de titanio (TiO2):0.5 g/L, Tiempo: 24 Horas, pH: 5.57.</p>	<p>34.21% DQO 27.9 % Tensoactivos 33.8% DBO 26% Nitrato</p>	Perú
Visitación, 2019	Oxidación foto catalítica	<p>Tipo de semiconductor: Dióxido de titanio (TiO2): Tiempo: 8 hr pH: 5.4 – 5.0</p>	<p>37% Tensoactivos 53.2% DQO 51% Nitrato</p>	Perú
Costa et al. 2018,p.3,9	Coagulación/floculación y decantación	<p><u>Coagulación/floculación:</u> Tipo y dosis: Tanino y sulfato de aluminio, Agitación: 60 rpm y 50 rpm, pH: 7.5, T° 28, Tiempo: 30 minutos, Turbidez inicial: 16.3NTU.</p>	<p>96% de decoloración 79% turbidez</p>	Brasil

Khosravanipour Mostafazadeh et al. 2019,p.1	Adsorción	<u>Adsorción:</u> SST:140-200 mg TSS/Turbidez :71 NTU ,DQO:700- 1200mg/L,tiempo:30 minutos,tipo:resina en polvo	80% Turbidez 40-45 %DQO 80-95 %Tensoactivos	Canadá
Buss,2015.p.7	Coagulación/floculación y adsorción	<u>Coagulación:</u> Dosis:800mg- L,pH:6.5, Tipo: sulfato de aluminio <u>Adsorción:</u> Dosis:800mg- L,pH:6.5, Tipo: sulfato de aluminio,	92 % Surfactantes 80 %DQO 89 % SST	Brasil
Endang et al.2016.p.6	Oxidación catalítica	<u>Tipo y Dosis:</u> de TiO ₂ (oxido de titanio) 40mg/L,Tiempo:24h,pH:6	20.36% Tensoactivos	Perú
Nascimento et al,2019.p. 1	Floculación/coagulación	<u>Coagulación:</u> Acacia negra(árbol),dosis:110 mg L- 1 pH:6.4DQO,Turbidez:1- 4,tiempo:10 minutos ,Agitación:120rpm	98.4% Color 99.1% Turbidez 71.7% Tensoactivos	Brasil
Aranerda,2016,p.2	Humedales artificiales	Tipo: GEOBACTER ,Tiempo de operación:6 meses	63% DBO 63% DQO 87% Turbidez	Chile
Rojas,2017,p.11	Humedales artificiales	Tipo: Chrysipongon Zizaniodes (vetiver). Tiempo:25 días	99.53%Turbidez 72.97% DQO 83,,89% DBO	Perú

Cantoral,2015.p.3	Humedales artificiales	Tipo: Paragüitas(planta sombrilla) Tiempo:15 días	97,66% Turbidez 76,85% DQO 72,84% DBO	Perú
Shang 2015, p.6	Coagulación/floculación, adsorción y micro filtración	<u>Coagulación/floculación:</u> Tipo: Polímero de amina cuaternaria. Agitación: 20 minutos a 220 rpm con un reposo de 1 hora.pH:7.3-7.6; dosis :4 gramos <u>Micro filtración:</u> Poros de 0.22µm, T°:20°C	65% DQO 100% Turbiedad	China

Fuente: Elaboración propia

Las pequeñas y medianas empresas de la industria de lavandería ocupan el 10% de agua para poder cumplir con el proceso de lavado, (BUSS, et al., 2015, p.2).

La industria de lavandería inicia con la recepción de pedidos los cuales se marcan con el propósito de clasificar según color y textura, la ropa es llevada a la zona de lavado previamente pesada con la finalidad de calcular los precios, al ingresar al proceso de lavado se vierte el jabón en polvo con agua se espera alrededor de 35 minutos para que cumpla su objetivo de eliminar impurezas, al finalizar el lavado es centrifugado para eliminar el agua excedente, luego es secado colocando las prendas previamente lavadas en un lugar específico para que seque en su totalidad, se procede a planchar la ropa de manera manual o industrial dependiendo del tipo de prenda, finalmente en el proceso de despacho se ubican las prendas según cliente y código realizado en la recepción, se empaquetan en bolsas transparentes listas para ser entregadas al cliente. Véase en la **Figura 2** el proceso de la industria de lavandería.

Fig.2: Proceso de la lavandería



Fuente: Elaboración Propia

Los vertederos emitidos por las empresas de lavandería, contienen suciedad, jabones, suavizadores, tintes, telas y entre otros contaminantes usados para el lavado de ropa, (AVILA, 2018, p.18).

Los efluentes de agua residual industrial de lavandería generan impactos ambientales de manera significativa, ya que varias sustancias químicas son utilizados en los procesos de lavado, dentro de estos podemos encontrar soda caustica, detergentes ,peróxido de hidrógeno, ácido acético, suavizantes, jabones y muchas más sustancias, las cuales al tener contacto con el agua y al comenzar el proceso de lavado crean un efluente con alto grado de contaminantes químicos y espumas en grandes cantidades,(Valenzuela y Campuzano, 2018, p.3).

Los aspectos ambientales e impactos generados por la industria de lavandería se expresan en el siguiente **Tabla 2** se presenta los aspectos e impactos ambientales generados por la industria de lavandería.

Tabla 2: Aspectos e impactos ambientales de una lavandería industrial

Actividad	Aspectos Ambientales identificados	Impactos ambientales identificados
Recepción de ropa	Revisión y pesaje de ropa sucia,	Generación de olores
		Contaminación de área de influencia
Clasificación de ropa	Separación de ropa sucia	Generación de olores
		Exposición a contaminantes
Proceso de lavado	Inicio del proceso de lavado	Vertimientos de aguas residual
		Emisión de vapor
		Generación de ruido
		Consumo de agua
Centrifugado	Extracción de agua excedente	Consumo de energía
		Vertimientos de aguas residual
Secado	Aisladas en un lugar específico	Consumo de energía
		Emisión de vapor
		Generación de calor
Planchado		Consumo de energía

	Prendas son planchadas (manual o industrial)	Emisión de vapor
		Generación de calor
Despacho de ropa	Recepción final	Generación de residuos

Fuente: Elaboración propia

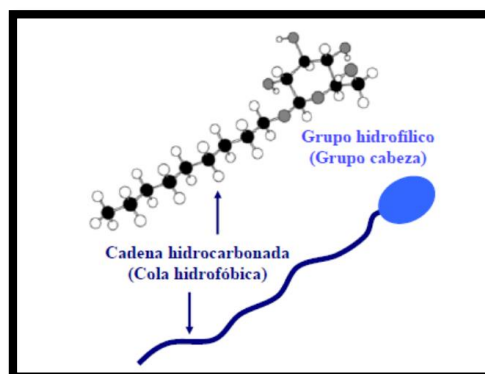
Los tensoactivos o también llamados detergentes accionan con el mínimo contacto de agua, así se forma la espuma las cuales se encargan de atrapar todas las impurezas presentes, (Martínez, J, 2014, p.7).

Los tensoactivos son conformados por un grupo de compuestos químicos incluyendo las propiedades de solubilidad, detergencia y dureza en el agua; también posee características emulsionantes, dispersantes y humectantes. Estos componentes están formado por dos partes el grupo hidrofílico y una cadena hidrocarbonada, (Ríos, F, 2014, p. 27).

Los tensoactivos catiónicos poseen carga positiva en la parte hidrófila, los no iónicos poseen grupos hidrófilos mas no grupos polares y los anfotéricos poseen cargas positivas y negativas en la misma molécula, (Rubiano, K, 2015, p.30).

Los tensoactivos son compuestos de naturaleza anfifilica, su estructura consta de dos partes, el grupo hidrofílico y la cadena hidrocarbonada. En la **Fig.3** representa la estructura de los tensoactivos.

Fig.3: Estructura de tensoactivos



Fuente: Ríos, 2014, p.27

Se realizaron diversos tratamiento para el efluente de la industria de lavandería, por lo cual tomaremos tres procesos comprando el efectividad de cada uno, el primer tratamiento es el de coagulación es la ciencia que puede estabilizar los coloidales.

El tratamiento físico-químico por coagulación-floculación es eficaz, rápido, práctico y no requiere trabajadores calificados. La coagulación y la floculación aclaran el agua arrastrando el material en suspensión como es el caso de los compuestos químicos, (Costa et al. 2018, p.2). Son usados con finalidad de eliminar partículas coloidales de las aguas residuales provenientes de industrias o domésticas. Se activa al añadir un agente coagulante, el cual elimina las cargas electrostáticas de cada partícula, lo que hace que se formen flóculos por medio de puentes de hidrogeno entre las mismas partículas, (Bravo, A, 2017, p.15).

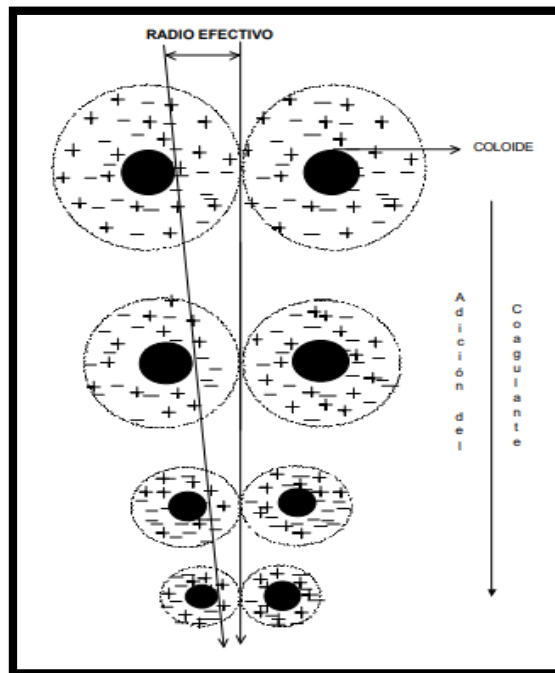
Dentro del proceso disminuye la carga negativa, haciendo que las partículas coloidales se formen los microfloculos para que pueda iniciar la floculación es cuando los flóculos llegan a su tamaño ideal por lo que se precipitan los sólidos que vendrían a ser los contaminantes a esta etapa final se le llama sedimentación, (Ramírez y Jaramillo, 2015, p.139).

Los coagulantes que son más conocidos en este proceso son Sulfato de Aluminio, aluminato de sodio, cloruro férrico, cloruro de aluminio, sulfato férrico, sulfato ferroso, (Diaz, J, 2014, p.15).

El coagulante más aplicado en el tratamiento para aguas residuales de lavandería es el Sulfato de Aluminio con una dosis entre 100 mg/L y 400 mg/L, (Rivas, S, et.al, 2016, p.177), (Veliz, E, et.al, 2016, p.3).

Se añade un coagulante con el objetivo de neutralizar las cargas, generando una desestabilización de iones que comienzan a aglomerarse alrededor de los colides. Véase en la **Figura 4** presenta la reacción de las cargas ante un coagulante.

Fig. 4. Coagulación



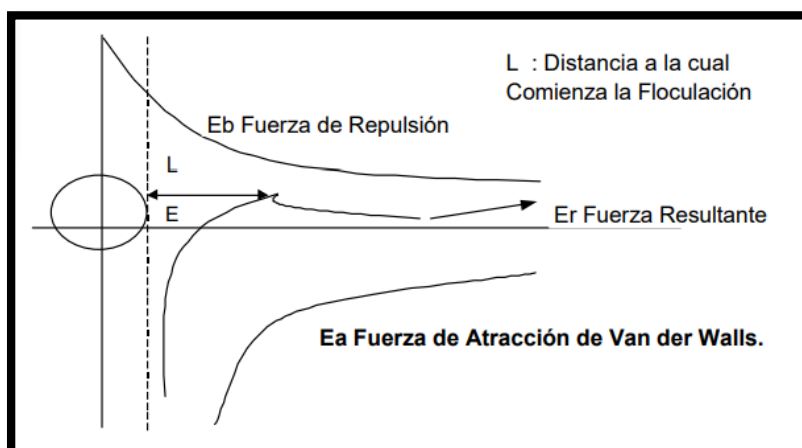
Fuente: Sedapal, 2000, p.10

El proceso de floculación une los flóculos que fueron formados por la desestabilización de los coloides con la finalidad de llegar un peso y volumen adecuado y puedan sedimentar. Se captan partículas ya neutralizadas generando un aumento de volumen y densidad, acelerando la velocidad de sedimentación. Este proceso es realizado a través de las pruebas de jarra, (Bermúdez, C, 2009, p.65)

Las partículas coloidales son sometidas a fuerzas las cuales son de atracción de Van der Waals (E_a), fuerza de atracción generada por un continuo movimiento de las partículas, y la fuerza de repulsión electrostáticas (E_b), fuerza que dificulta la acumulación de partículas, (Shrestha et al, 2019)

El equilibrio de una suspensión coloidal se sujeta al resultado de dos fuerzas, de atracción y repulsión, se muestra en la **Figura 5** la fuerza de repulsión.

Fig. 5. Fuerza de atracción y repulsión



Fuente: Sedapal, 2000, p.11

Los humedales artificiales son tratamientos de fitoremediación, consta en el crecimiento de un cultivo encima de una litera de grava. Se generan series físicas, químicas y biológicas gracias a la acción de las macrofitas, que depuran el efluente de manera significativa y lenta. Cuando el efluente se encuentra en la etapa de depuración, es sometido a una serie de tratamientos que logran minimizar los contaminantes presentes en el agua ya que estos contaminantes pueden llegar a ser un peligro para la salud pública, (Delgadillo, O, et.al, 2010, p.7).

El humedal artificial se compone de tierra como piedra de corte y grava, etc., así como plantas acuáticas unidas al humedal, el agua residual fluye dentro o debajo de la capa superficial de la masa de tierra en el humedal, y descompone los materiales nutritivos en el agua a través de procesos en serie como la unión a la masa de tierra, la absorción por la conversión de plantas y microbios, etc., que pertenece al sistema distintivo suelo-planta-microbio diferenciado del humedal, (Lu et al., 2015, p.2).

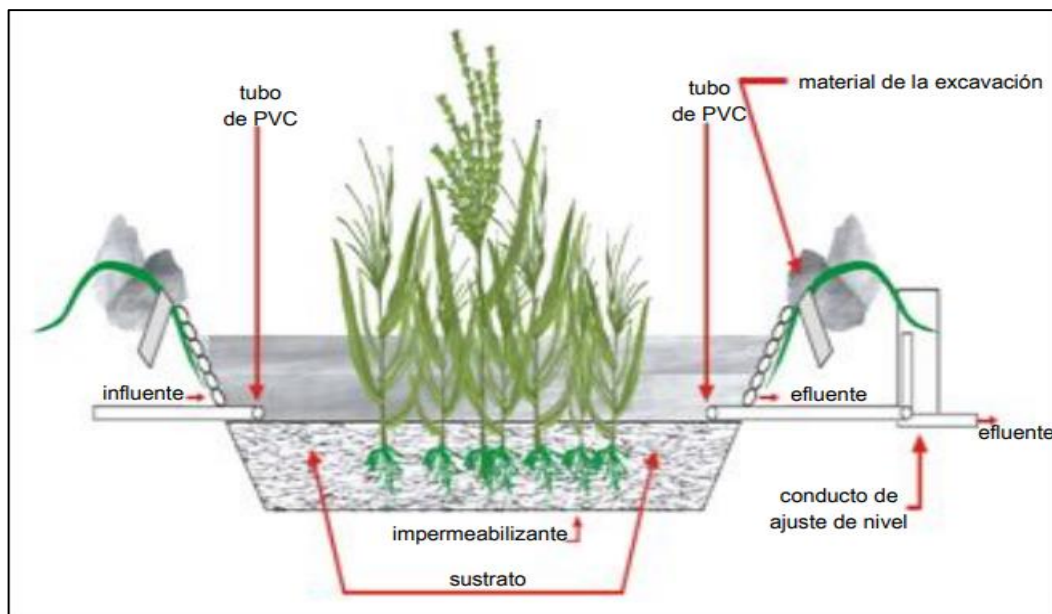
Se utiliza para tratar las aguas residuales con una alta eficiencia a través de acciones físicas y químicas, que incluyen precipitación, filtración, adsorción e intercambio iónico, así como acciones biológicas, como la absorción de plantas y la descomposición microbiana, (Herrera et al., 2017, p.3).

Se clasifican en dos tipos de humedales artificiales, basado en el movimiento del agua; tipo superficial o subterránea. En el de Flujo superficial o también llamado flujo libre, el agua residual recorre de manera circular alrededor del sustrato,

mientras que los Humedales de flujo subsuperficial, el agua residual pasa de manera subterránea, atravesando un rendija de lechos que hacen la función de filtrar,(Salas, J, 2016).

El Sistema de agua superficial libre consiste en canales, que contengan un tipo de barrera subterránea con el fin de evitar la filtración al suelo o algún otro medio, para poder soportar la vegetación, en una profundidad de 0,1 a 0,6 m. Inicia el tratamiento cuando el agua residual pasa por el tallo y la raíz de la vegetación de manera lenta, (Llagas y Guadalupe, 2006, p. 5). Véase en la **Fig.6**.

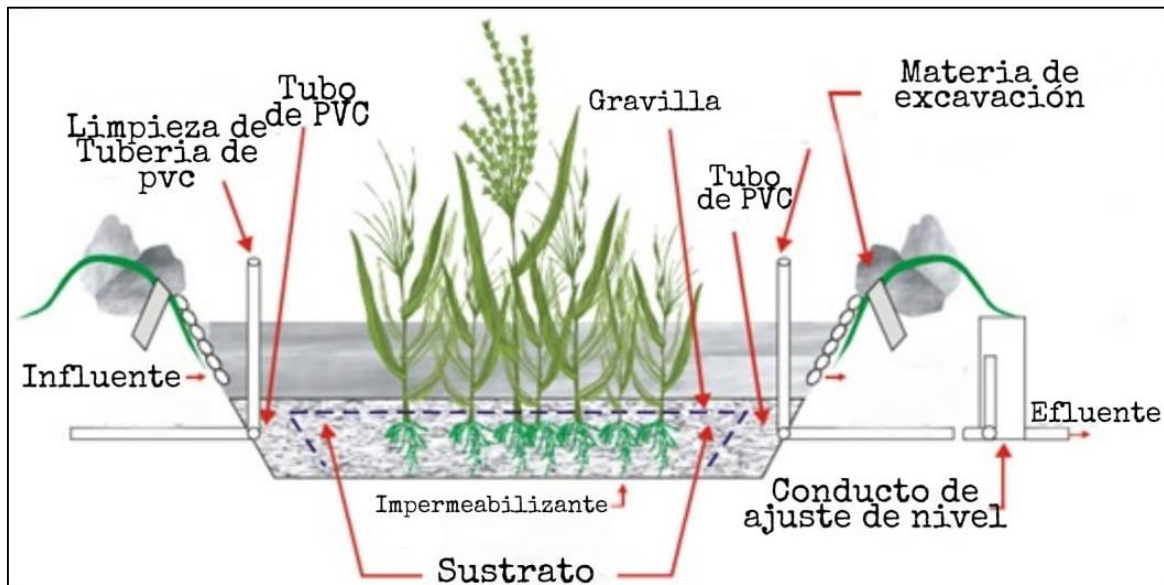
Fig.6 Sistema de agua superficial libre



Fuente: Llagas y Guadalupe, 2006, p.6

Por otro lado el sistema de flujo bajo o subsuperficial, los filtros por goteo de manera horizontal son similares al anterior proceso. Las plantas usan el suelo, grava o piedras como sustrato para su crecimiento en el humedal. Dentro este humedal artificial los microbios que se desarrollan arremeten al medio y raíces de las plantas, conectando así el flujo de agua residual de manera horizontal a través del lecho, mientras que el restante pasa a la superficie media. Los sistemas de flujo bajo superficie tienen la finalidad de obtener niveles de tratamiento secundarios (zona de raíces o filtro de piedras), (Llagas, W, 2006, p. 5).

Fig.7 Sistema de flujo bajo la superficie



Fuente: Llagas y Guadalupe, 2006, p.8

Se determinó la eliminación de detergentes, aceites y grasas, sólidos totales, sólidos volátiles totales, sólidos suspendidos totales, cambios en el pH y conductividad eléctrica y toxicidad del efluente a través de bioensayos con las siguientes plantas acuáticas, véase en la **Tabla 3**, (Pérez et al, 2018, p.3).

Tabla 3. Plantas acuáticas emergentes utilizadas en tratamiento de aguas residuales

Nombre común	Nombre científico	Máxima salinidad	Rango de pH efectivo
		Tolerancia ppmil (partes por mil)	
Totora	Schoenoplectus californicus	30	4 - 10
Caña común	Arundo donax	45	2 - 8
Junco	Juncus spp	20	5 - 7.5
Carrizo	Phragmites australis	20	4 - 9
			5 - 7.5

Fuente: Reed, S.C., J Miledlebrooks and R.W., Crites (1995). Citado en (Llagas, W, 2006)

La oxidación foto catalítica unifica la radiación por UV con el catalizador, juntos forman radicales hidroxilos que generan la eliminación de los contaminantes

orgánicos. La luz ultravioleta forma una banda de valencia y conducción, ambos deben estar entre ion positivo (+) y un electrón (-) para que el tiempo de vida sea más eficaz. El presente proceso es la combinación de la fotocatalisis y fotoquímica, entre el catalizador y la luz con el objetivo de precipitar la reacción química, en esta reacción es donde la fotocatalisis emplea un semiconductor que podrían ser los siguientes: Al_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 y TiO_2 , (Tolentino, et al., 2019, p.2).

Los semiconductores más estudiados son O_3/UV , $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, foto-Fenton, Ultrasonido/UV y fotocatalisis heterogénea (TiO_2/UV), ya que cuentan con una gran eficiencia en la remoción de contaminantes, así mismo se puede utilizar como energía la energía solar y artificial. No es necesario inspeccionar la temperatura ni la presión en el sistema, así mismo el oxígeno requerido para la reacción se adquiere de la atmosfera. La oxidación foto catalítica utiliza la radiación ultravioleta del espectro solar para activar el catalizador, junto con un medio acuoso y oxigenación generan especies oxidantes. El dióxido de titanio (TiO_2) cuenta con propiedades ópticas, foto catalítica y dieléctrica, que pueden usarse para convertir la energía solar en química por medio de la oxidación, (Jiménez, M, 2015, p.19).

El método de oxidación avanzada mediante una fotocatalisis con TiO_2 utilizando luz UV que permiten mineralizar los agentes tensoactivos de los detergentes empleados en esta actividad de lavado, son una alternativa de tratamiento y que se empleó en la investigación, (Hernández, M, 2017, p.278).

La adsorción es un método físico-químico que ha sido descrito como una opción alterna que es sencilla y económicamente viable para el tratamiento de efluentes; los carbonos activados (AC) son uno de los materiales adsorbentes más utilizados en procesos de adsorción para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos. Debido a sus propiedades de adsorción y áreas de alta superficie, se pueden usar en procesos de purificación, desintoxicación y filtración. Estas aplicaciones son de gran interés en varios sectores, especialmente para tratamiento de agua potable, aguas residuales, (Silva et al. 2016).

Esto da lugar a la tensión superficial. Mientras que la molécula de agua presente dentro de la masa es igualmente atraída por todos los lados y la fuerza neta experimentada por la molécula de agua en masa es cero. Esto muestra claramente

que las partículas en la superficie y las partículas a granel están en un entorno diferente. La molécula de agua en la superficie experimenta fuerzas desequilibradas en comparación con la molécula en el interior que experimenta fuerzas desde todas las direcciones, (Kuo Huang et al. 2019).

El proceso de adsorción generalmente se estudia a través de gráficos conocidos como isoterma de adsorción. Las diferentes isotermas de adsorción han sido la teoría de Freundlich y Langmuir, (Jeppu y Clement, 2012).

En 1909, Freundlich dio una expresión empírica que representa la variación isotérmica de la adsorción, la isoterma de Freundlich es una isoterma de adsorción, que es una curva que relaciona la concentración de un soluto en la superficie de un adsorbente, con la concentración del soluto en el líquido con el que está en contacto, (Pruto et al. 2017).

En 1916, Irving Langmuir propuso otra isoterma de adsorción que explicaba la variación de la adsorción con la presión la cual relaciona la adsorción de moléculas en una superficie sólida con la presión de gas a una temperatura constante. Además, visualizó que el proceso de adsorción consta de dos acciones opuestas, una de condensación de las moléculas de la fase de gas sobre la superficie, y una de evaporación de las situadas en la superficie hacia el gas, (Pruto et al. 2017).

La adsorción cinética explica la velocidad de conseguir el adsorbato, la velocidad para capturar el adsorbato controla su estancia en la interface solido – disolución, además permite pronosticar la velocidad por el cual el contaminante se traslada del efluente ya tratado, por esta razón es necesario saber las leyes de velocidad, los cuales explican el sistema de adsorción, (Guo y Wang, 2019).

El uso de procesos de adsorción (carbón activado granular GAC o polimérico resina PR), para eliminar principalmente los sólidos suspendidos totales (TSS), turbidez, demanda química de oxígeno (DQO) y tensioactivos para cumplir con los estándares ambientales y reutilización, (Khosravanipour Mostafazadeh et al. 2019).

La adsorción tiene lugar cuando las moléculas en un líquido se unen a la superficie de una sustancia sólida. Los adsorbentes tienen una superficie interna muy alta que permite la adsorción. El carbón activo es, con mucho, el adsorbente más utilizado

y es particularmente adecuado para la eliminación de compuestos apolares, (Nady, 2010)

El carbón activado eficaz para el tratamiento de aguas residuales de lavandería es en base al tallo de algodón, este es una fibra básica lisa y esponjosa que aumenta en una cápsula protectora, rodeado de las semillas provenientes de las plantas de algodón del género *Gossypium*. El algodón es uno de los cultivos más grandes del mundo, la mayor parte es utilizada con fines textiles, también es utilizado como alimento para los ganados, explosivos, formación de petróleo, pasta dental. A pesar de su alta competencia en el mercado hacia los productos sintéticos, lana, lino y nylon. El comercio de dicho producto fue una pieza importante dentro de la revolución industrial, fue el pilar y contribuyó en la guerra civil. Al pasar de los años, los cuidados del algodón o también llamado "oro blanco" se ha ido incrementando hoy por hoy es necesario la utilización de pesticidas para poder cultivarlos. (Hu, et al, 2017).

III. MÉTODO

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Tipo y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es cualitativa básica ya que se usa la recolección y el análisis de sus datos para la finalidad de la investigación. También es abierto, flexible durante el trabajo, (Hernández, 2014, p.40).

El diseño de investigación es un diseño cualitativo narrativo de tópicos, estos tipos de diseños buscan describir y analizar las ideas, estos conocimientos se obtienen de la recolección de los datos de las revistas, documentos, artículos que son de interés para el investigador, (Salgado, 2007, p.1).

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

En presente **Tabla 4** se observa los objetivos y problemas específicos con sus respectivas categorías y subcategorías de las técnicas usadas en el tratamiento de agua residuales de lavandería.

Objetivo. General: Analizar los aspectos más relevantes de las técnicas utilizadas para el tratamiento de efluentes de lavandería.

Tabla 4: Matriz de Categorización

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	UNIDAD DE ANALISIS
<p>Identificar los parámetros operacionales más relevantes de las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería</p>	<p>¿Cuáles son los parámetros operacionales más relevantes en las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería?</p>	<p>Parámetros operacionales</p>	<p>1. Proceso combinado (Coagulación-floculación y filtración) (50 – 150 min)</p>	<p>Kuo Huang et al A (2019, p.3); Šostar-turk (2005,p. 2); Shang, X (2015, p.6)</p>
			<p>2. Oxidación foto catalítica (24 hr)</p>	<p>Tolentino, A (2017,p.3); Visitacion, L (2005, p.6); Endang, T (2016,p.2)</p>
			<p>3. Humedales artificiales (25-35 cm) (15 d)</p>	<p>Araneda, I (2016, p.36); Rojas, M (2017, p.4); Delgadillo, O (2010, p.27)</p>
<p>Identificar las ventajas y desventajas de las técnicas usadas en el tratamiento de un efluente de lavandería</p>	<p>¿Cuáles son las ventajas y desventajas para el tratamiento de efluentes de lavandería?</p>	<p>Ventajas y desventajas</p>	<p>1. Proceso combinados</p>	<p>Kuo Huang et al A (2019, p.3); Šostar-turk (2005,p. 2); Shang, X (2015, p.6); Buss, et al., (2015, p.2)</p>
			<p>2. Oxidación foto catalítico</p>	<p>Endang, T (2016,p.2); Fernandez, M (2017, p.59); Hernandez, M (2017, p.35)</p>

			3.Humedales artificiales	Araneda, I (2016, p.36); Rojas, M (2017, p.4); Delgadillo, O (2010, p.27)
--	--	--	---------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

3.3 Escenario de estudio

En la investigación narrativa de tópicos no consideramos un escenario físico ya que la revisión de toda el agua residual de lavandería es a nivel nacional e internacional.

3.4 Participantes

Los participantes de esta investigación son artículos científicos, tesis de posgrado y libros las cuales han sido obtenidas la información: Sciencedirect, EBSCO, Scielo, RESEARCHGATE, revista Journal Of Chemical Engineering Y Process Technology.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la investigación narrativa de tópicos se sugiere usar una ficha de recolección de datos que es mostrada en el **anexo 1** que contiene los siguientes datos: problema, referencia, objetivo, técnicas utilizadas, resultados para futuras investigaciones. Esta ficha de recolección de datos de los estudios revisados permitirá luego tener una mayor facilidad para el análisis de las categorías y subcategorías para el estudio que se está realizando, (Monje, 2011, p.149).

El análisis documental es un grupo de operaciones que se encuentra para representar la forma y el contenido de un documento con la finalidad de facilitar su consulta y su contenido, bajo una forma diferente de su forma original, con la posibilidad de identificar y recuperar. (Clauso, A, 1993, p.2).

El concepto de análisis documental ha evolucionado para así afirmar que existen dos tendencias respecto a su concepto, comprende de varias fases, y la más representativa es la descripción bibliográfica, (Dulzaides, M, 2004, p.2).

3.6 Procedimientos

Para la investigación narrativa de tópicos se precisa cómo se ha realizado el muestreo de documentos tales como: artículos de revistas indizadas, libros, investigaciones de proveedores de la industria, investigaciones de institutos de estadística públicos, etc., considerando además una antigüedad no mayor a siete años y el uso de palabras clave en idioma inglés, portugués, español, etc., dependiendo de la naturaleza de la investigación que se está realizando. Véase en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Resumen de criterios de búsqueda

Tipo de documento	Documentos referidos	Cantidad	Palabras clave de búsqueda	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículo científico	Técnicas aplicadas para el tratamiento de efluente de una lavandería Definiciones	90	Coagulación Tratamientos Aguas grises Humedales artificiales	Revistas indexadas Antigüedad menor a 7 años	Artículos no confiables Mayores a 7 años.
Norma técnica	LMP	2	Límites máximo permisible	Normas técnicas nacionales	Normas técnicas internacionales
Tesis	Proceso de lavado Parámetros	20	Tensioactivos Lavandería industrial	Universidad Nacional e Internacional menos a 7 años Tesis de posgrado	Universidad mayor de 7 años. Tesis de pregrado
Libro	Tratamiento de aguas residuales de lavandería	3	Tratamiento Agua de lavandería	Información menor a 7 años Fuentes confiables	Libre en base de datos no confiables

3.7 Rigor científico

Otorga teorías y búsquedas relacionadas entre las interpretaciones. La investigación cualitativa empleo las siguientes teorías:

Sistemático que incluye tres criterios, 1) la conciencia reflexiva acerca de su propia perspectiva, 2) la apreciación de las perspectivas de los otros y 3) la imparcialidad en las construcciones, descripciones, (Lincoln, 2007, p.289).

La credibilidad es cuando los hallazgos son verdadero, como los participantes en el estudio. (Arias y Giraldom 2011, p.4).

La Confirmabilidad es la neutralidad del análisis e interpretación de la información, (Castillo y Vásquez, 2003, p. 164).

3.8 Método de análisis de información

El procedimiento para el análisis de información será de acuerdo a las siguientes categorías: Parámetros operacionales y ventajas y desventajas. También por las subcategorías que se mencionan a continuación: Proceso combinado de coagulación – floculación y filtración, Oxidación foto catalítica y Humedales artificiales; todos estos de acuerdo a la categoría de parámetros operacionales y ventajas y desventajas. En este caso se va aplicar un método de estratificación, esto significa que se va agrupar todo de acuerdo a la técnica usadas en cada tratamiento de agua residual, la eficiencia de reducción de los tensoactivos, (Borda et al, 2017, p.12).

3.9 Aspectos Éticos

En esta investigación se respetó la autoría de las fuentes de información tanto nacionales como internacionales para garantizar la calidad de la ética de la investigación .cumpliendo con el código de investigación de la universidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos respecto a los parámetros de operación son presentados en la **Tabla 6**.

Según lo expuesto en la **Tabla 6** nos indica que los parámetros que más influyen en los proceso combinado de coagulación – floculación y filtración son tipos de coagulantes, tipo de adsorbente, tipo de filtración, agitación, dosis de coagulante, dosis de Adsorbente, tiempo y pH; según la revisión de artículos nos muestra que el tipo de coagulante más usado es el Sulfato de Aluminio en un tiempo de agitación de 120 rpm en agitación rápida y 20 rpm en agitación lenta. El tipo de adsorbente más usado es el Carbón activado granulado con área superficial entre 933.40 m² g - 1200 m²/g; con una dosis de carbón activado de 0.1 – 5 g; en un tiempo de 50 min – 150 min. El tipo de filtración es por fibra con una porosidad de 0.40 μm y área de filtración de 0.027 m². Nos muestra un rango de pH entre 9 a 11. Se obtuvo el porcentaje de remoción entre 92.9% - 99.2 % surfactante, 80% - 98.9% de DQO, 99.9% color y 99.4% Turbidez (Şostar-turk, 2005, p. 2); (Kuo Huang et al. 2019, p.3).

El proceso combinado para aplicar en el tratamiento de aguas residuales de lavandería, ha sido poco reportado en la literatura y poco concreta ya que las investigaciones que fueron realizadas no muestran el resultado de remoción de los surfactantes; debido a lo expuesto no se logró un resultado óptimo al realizar la presente revisión bibliográfica.

Los parámetros que más influyen en el tratamiento de Oxidación foto catalítica son tipos de semiconductor, dosis, pH y tiempo; según la revisión de artículos nos muestra que utilizan TiO₂ + H₂O₂ con ayuda de UV, (Tolentino, A, 2017, p.3), (Endang, T, 2016, p.2). Aplicando dosis entre 1 - 5 g/L, con un pH 4.5. Los resultados se visualizaran en un tiempo de 24 hr. Se obtuvo el porcentaje de remoción entre 27.8% - 46% surfactantes, 34.21% - 53.2% DQO y 26.4% – 51% nitratos. , (Visitacion, L, 2005, p.6).

Los parámetros que más influyen en el tratamiento por Humedales Artificiales son tipo de planta, profundidad, temperatura y tiempo; según la revisión de artículos nos muestra que los tipos de plantas más utilizados son Schoenoplectus californicus (totora), (Delgadillo, O, 2010, p.27) y Lemna spp (lenteja de agua), (Araneda, I,

2016, p.21); la profundidad debe estar en el rango de 35 – 40 cm, (Rojas, M 2017, p.4).

Se obtiene una temperatura promedio de 23 °C para obtención de resultados, se realizaron muestras en diferentes tiempos y se identificó que el punto de equilibrio es donde se muestra el máximo porcentaje de remoción es de 15 días, (Rojas, M, 2017, p.4). Se obtuvieron los siguientes resultados 83% - 96% remoción de surfactantes, (Araneda, I, 2016, p.21), (Pérez,M, 2018,p.7), (Ramprasad,C, 2016,p.8); 31% – 94% de remoción de Sólidos Suspendidos Totales, (Ramprasad,C, 2016,p.8), (Rojas, M 2017, p.4); 82% - 91% remoción de DQO (Ramprasad,C, 2016,p.8), (Rojas, M 2017, p.4), (Araneda, I, 2016, p.21).

De acuerdo a la comparación de resultados de las 3 técnicas empleadas en el tratamiento de aguas residuales de lavandería, decimos que la técnica más eficiente para el tratamiento es el proceso combinado de coagulación – floculación y filtración, ya que nos muestran resultados óptimos, con una remoción de 92.9% - 99.2% surfactante. Así mismo obtiene resultados óptimos en la remoción de DQO con 80% - 98.9%.

De acuerdo a la comparación de resultados de las 3 técnicas empleadas en el tratamiento de aguas residuales de lavandería, decimos que la técnica menos eficiente para el tratamiento es la oxidación foto catalítica, ya que nos muestra una remoción de 27.8% - 46% de surfactante. De la misma manera obtiene los resultados más bajos para DQO con 34.21% - 53.2%.

De acuerdo a los valores obtenidos decimos que la técnica que tiene el tiempo más óptimo es proceso combinado de coagulación – floculación y filtración con un tiempo promedio de 100 min, Por lo contrario la técnica de los humedales artificiales toma un tiempo promedio de 15 días.

De acuerdo con las técnicas evaluadas nos muestra que el proceso combinado de coagulación – floculación y filtración presenta un pH alcalino, la técnica de Oxidación foto catalítica obtienen un pH acido.

Tabla 6. Principales parámetros de operación por método.

	TÉCNICAS	PARÁMETROS QUE MAS INFLUYEN	AUTORES	RANGO
PARAMETROS OPERACIONALES	Proceso combinado (Coagulación- floculación y filtración)	Tipo coagulante; tipo de filtración; Dosis; Agitación, Tiempo, pH	Kuo Huang.et.al.(2019, p.3) Šostar-turk (2005,p. 2)	92.9% – 99.2% surfactantes 80% - 98.9% DQO 99.9% color 99.4% Turbidez
	Oxidación Catalítico	Tipo de semiconductor; Dosis, pH y Tiempo	Endang, T (2016,p.2); Tolentino, A (2017,p.47); Visitacion, L (2005, p.80); Fernandez, M (2017, p.59);	27.8% a 46% surfactantes 34.21% - 53.2% DQO 26.4% – 51% Nitratos
	Humedales Artificiales	Tipo planta; temperatura; profundidad y tiempo	Araneda, I (2016, p.36); Rojas, M (2017, p.4); Pérez,M (2018,p.7); Ramprasad,C(2016,p.8)	90% - 97% de surfactantes 94% – 95.51% SST 82% - 91% DQO

Fuente: *Elaboración propia*

Los resultados obtenidos respecto a las ventajas y desventajas de las técnicas son presentadas en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de operación por método.

	TÉCNICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	AUTORES
VENTAJAS Y DESVENTAJAS	Procesos Combinados	Alta eficiencia Bajo costo Tiempo de 50 a 150 minutos	Generación de residuos	Kuo Huang et al A (2019, p.3) Şostar-turk (2005,p. 2)
	Oxidación Foto catalítico	Bajo costo	Baja eficiencia Tiempo de 24hr	Tolentino, A (2017,p.47); Visitacion, L (2005, p.80);
	Humedales Artificiales	Es económico en su inversión, operación y mantenimiento Alta eficiencia (90%)	Tiempo Baja eficiencia Requieren gran extensión de terreno Requieren de pre tratamientos para eliminación de exceso de sólidos suspendidos	Araneda, I (2016, p.36); Rojas, M (2017, p.4); Delgadillo, O (2010, p.27); Pérez,M (2018,p.7) Ramprasad,C(2016,p. 8)

Fuente: Elaboración propia

Según lo expuesto de la **Tabla 7** la técnica con la ventaja de mayor eficiencia fue el proceso combinado de coagulación – floculación y filtración logrando a un porcentaje máximo de 99.2% surfactantes, 98.9% DQO, 99.9% color y 99.4 Turbidez, (Kuo Huang et al. 2019, p.3); (Şostar-turk, 2005, p. 2); por lo contrario la técnica que tiene la desventaja con mejor eficiencia es la oxidación foto catalítica con un 27.8% - 46% surfactantes, 34.21% - 53.2% DQO y 26.4% – 51% nitratos, (Endang, 46T, 2016, p.1), (Fernandez, M, 2017, p.35).

Otra ventaja es el tiempo en que actúa estas técnicas, como se observa en la tabla la de menor tiempo fue de 50 a 150 minutos de la técnica del proceso combinado de coagulación – floculación y filtración; la técnica con desventaja por el tiempo fueron los humedales artificiales con un tiempo de 15 días a 6 meses.

Los humedales artificiales tiene la ventaja de ser una técnica eficaz ya que logra un 91% de remoción de surfactantes, sin embargo una desventaja se debe al tiempo ya que le toma un mínimo de 15 días a 6 meses, además se sugiere que tengan un pretratamiento para una mayor remoción.

En comparación entre la técnica de proceso combinado de coagulación – floculación y filtración y oxidación foto catalítica, la segunda técnica presentan menor eficiencia en cuanto a su remoción, es decir que la oxidación foto catalítica obtiene una remoción de 27.8% - 46% surfactantes y 34.21% - 53.2% DQO, (Visitacion, L, 2005, p.6).

El proceso combinado de coagulación – floculación y filtración logra entre 92.9% a 99.2% de remoción para surfactantes, 80% - 98.9% de DQO, 99.9% color y 99.4% turbidez, (Kuo Huang et al. 2019, p.3); (Šostar-turk, 2005, p. 2), logrando resultados en un tiempo promedio de 100 minutos.

De acuerdo a lo expresado decimos que cuenta con más ventajas en cuanto a tiempo, remoción y costos es el proceso combinado de coagulación – floculación y filtración.

De acuerdo a lo expresado decimos que cuenta con más desventajas en cuanto a tiempo y eficiencia es la oxidación foto catalítica.

De acuerdo a lo expresado decimos que cuenta con más desventajas en cuanto al tiempo son los humedales artificiales.

V. CONCLUSIONES

Lo expuesto en este trabajo nos permite arribar las siguientes conclusiones:

VI. RECOMENDACIONES

Antes de finalizar, deseamos sugerir algunas recomendaciones cuya implementación es para mejorar futuras investigaciones.

- Se recomienda ampliar las investigaciones referentes al uso de técnicas para el tratamiento de agua residual de lavandería, con el fin de poder tener mayor información y evaluar la eficiencia sobre la capacidad de remoción, ya que los artículos científicos son escasos sobre el tema y no cuentan con resultados de remoción de surfactantes.
- En base a la información recopilada de los artículos científicos sobre las técnicas para el tratamiento de aguas residuales de lavanderías, se pudo observar que la mayoría de investigaciones se encuentran en otro idioma, en su mayoría en inglés.
- Se recomienda realizar los siguientes temas de investigación *“Tratamiento de aguas residuales de lavandería por un proceso combinado de coagulación – floculación y filtración”* y *“Aplicación de proceso secuenciales de coagulación – floculación y filtración en un condominio”*.
- Profundizar y clasificar más estudios sobre otros tipos de técnicas para la remoción de surfactantes como la electrocoagulación, absorción, pirolisis lenta, flotación, etc., ya que se genera grandes cantidades de efluentes que se podrían aprovechar.
- Se recomienda a las lavanderías tratar el agua residual y no verter sin tratamiento a cuerpos de agua, por lo que se sugiere brindar capacitación informativa sobre los tratamientos más eficientes para el efluente de

lavandería e informarles propuesta para que puedan implementar un sistema económico y de fácil aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia e protección Ambiental de Estados Unidos (1997). Office of Compliance Sector Notebook, Project: profile of the Textile Industry.)
2. AHMAD, Jamil y EL-DESSOUKY, Hisham. Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry wastewater. Science Direct, (52):973-978, 2008. [doi:10.1016/j.resconrec.2008.03.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.03.001)
3. ALLÈGRE, Carine, MOULIN, Philippe, MAISSEU, Michel y CHARBIT, Françoise. Treatment and reuse of reactive dyeing effluents. Science Direct. [En línea]. Febrero 2006, n. °269. [Fecha de consulta:]. Disponible en: [doi:10.1016/j.memsci.2005.06.014](https://doi.org/10.1016/j.memsci.2005.06.014)
4. ALYOUSEF, Haifa, BEN YAHIA, Mohamed, AOUAINI, Fatma. Statistical physics modeling of water vapor adsorption isotherm into kernels of dates: Experiments, Microscopic interpretation and Thermodynamic functions evaluation. Arabian Journal of Chemistry [en line]. Noviembre 2019, n. ° 21. [Fecha de consulta:]. Disponible en: [doi:10.1016/j.arabjc.2019.11.004](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2019.11.004)
5. ANDERSON, Ben. Laundry, energy and time: Insights from 20 years of time-use diary data in the United Kingdom. Energy Research & Social Science [en línea]. Diciembre 2016, n. °22. [Fecha de consulta:]. Disponible en: [doi:10.1016/j.erss.2016.09.004](https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.09.004)
6. APHA, Métodos Estándar para el examen de agua y aguas residuales, 20ª ed., (1998) Washington DC, EE.UU.
7. ARANEDA, Ignacio. "HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA TRATAMIENTO SUSTENTABLE DE AGUAS GRISES: EFECTO DEL ACOUPLE A UNA CELDA DE COMBUSTIBLE MICROBIANA". Universidad de Chile, 2016.
8. Arias, Maria & Giraldo, Clara. El rigor científico en la investigación cualitativa. Revista Tematica [en línea]. Agosto, 2011. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2020]. Disponible en:

file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/Dialnet-ElRigorCientificoEnLaInvestigacionCualitativa-3845203.pdf

9. ARIAS, María y GIRALDO, Clara. científico en la investigación cualitativa. Revista temática [en línea]. Agosto 2011, vol.29, n°3. [Fecha de consulta: 29 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3845203>
10. AVILA, Marian. "USO DO TANINO ASSOCIADO AO SULFATO DE ALUMÍNIO COMO COAGULANTES PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LAVANDERIA INDUSTRIAL". Tesis (Ingeniero Químico)- Uberlandia. Universidad Federal de Uberlandia, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22069/5/UsoTaninoAssociado.pdf>
11. AVILA, Mariani. USO DO TANINO ASSOCIADO AO SULFATO DE ALUMÍNIO COMO COAGULANTES PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LAVANDERIA INDUSTRIAL. Tesis (Doctor en química). UBERLÂNDIA: Universidad Federal de Uberlandia, 2018. Disponible en : <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22069/5/UsoTaninoAssociado.pdf>
12. AYACHI, Fakher, NAKBI, Amel, SAKLY, Abdellatif, PINTO, Luis y LAMINE, Abdelmottaleb Ben. Application of statistical physics formalism for the modeling of adsorption isotherms of water molecules on the microalgae spirulina platensis. Food and Bioproducts Processing [en línea]. Marzo 2019, n. °114 [Fecha de consulta:]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960308518304140>
13. AYOUB, George. HAMZEH, Abert. SEMERJIAN, Lucy. Post treatment of tannery wastewater using lime / bittern coagulation and activated carbon adsorption. Desalination [en línea]. Junio 2011, n. °273 [Fecha de consulta:]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.01.045>.
14. AYRANCI, Erol, DUMAN, Osman. Removal of anionic surfactants from aqueous solutions by adsorption onto high area activated carbon cloth studied by in situ UV spectroscopy. Journal of Hazardous Materials [en línea]. Octubre 2007, n° 148. [Fecha de consulta:]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.02.006>.

- 15.** BAKSHIA, Prasanna, SELVAKUMARA, D, KADIRVELUB, K y KUMARA, N. Chitosan as an environment friendly biomaterial – a review on recent modifications and applications, International Journal of Biological Macromolecules [en línea]. Noviembre 2019, n° 15. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.113>
- 16.** BARZEGAR, Gelavizh, WU, Junxue y GHANBARI, Farshid. Enhanced treatment of greywater using electrocoagulation/ozonation: Investigation of process parameters. Process Safety and Environmental Protection [en línea]. Enero 2019, n. ° 121. [Fecha de consulta:]. Disponible en: [doi:10.1016/j.psep.2018.10.013](https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.10.013)
- 17.** BELTRAN-HEREDIA, Jesus, SÁNCHEZ-MARTÍN, Jesus y JIMÉNEZ-GILES, Mercedes. Tannin-Based Coagulants in the Depuration of Textile Wastewater Effluents: Elimination of Anthraquinonic Dyes. Water, Air, & Soil Pollution [en línea]. Abril 2011, n° 222. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [10.1007 / s11270-011-0803-z](https://doi.org/10.1007/s11270-011-0803-z)
- 18.** BERMUDEZ, Xiomara, FLEITES, Marisol y CONTRERAS y Ana. ESTUDIO DEL PROCESO DE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA TEXTIL "DESEMBARCO DEL GRANMA" A ESCALA DE LABORATORIO. Tecnología química [en línea]. Diciembre, 2009, vol. 29, n°3. [Fecha de consulta: 10 de junio del 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543760009.pdf>
- 19.** BRAVO, Mónica. COAGULANTES Y FLOCULANTES NATURALES USADOS EN LA REDUCCIÓN DE TURBIDEZ, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, COLORANTES Y METALES PESADOS EN AGUAS RESIDUALES. Tesis (Título de Ingeniero químico). Bogotá: Universidad distrital francisco José de caldas, 2017. Disponibilidad en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>
- 20.** BORDA, Pablo; DABENIGNO, Valeria; et.al. Estrategias para el análisis de datos cualitativos. Instituto de investigaciones gino germandi, 2017. ISBN: 978 950 29 1602 6. Disponible en: http://209.177.156.169/libreria_cm/archivos/pdf_1605.pdf

- 21.** BUSS, Martha Veronica. Tratamiento dos Efluentes de uma Lavanderia Industrial: Avaliação da Capacidade de Diferentes Processos de Tratamento [et al]. Revista de Engenharia Civil IMED [en línea]. 2015, n° 2. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2020]
- 22.** CAMPOS, Brenner, HERNANDEZ, Carlos y TRUJILLO, Pedro. “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL MEDIANTE ELECTROFLOCULACIÓN EN LA CIUDAD DE LIMA”. Tesis (Ingeniero Químico). Callao: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, 2017. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3569/Campos%20u%c3%b1oz%2c%20Hernandez%20Hernandez%20y%20Trujillo%20Acu%c3%b1a_titulo%20quimica_2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- 23.** CAMPOS, Brenner, HERNANDEZ, Carlos y TRUJILLO, Pedro. “tratamiento de aguas residuales en una lavandería industrial mediante electrofloculación en la ciudad de lima”. Tesis (Ingeniero Químico). Callao: universidad nacional del callao, 2017. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3569/Campos%20u%c3%b1oz%2c%20Hernandez%20Hernandez%20y%20Trujillo%20Acu%c3%b1a_titulo%20quimica_2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- 24.** CANTORAL, Rolando. Tratamiento de aguas residuales grises domésticas con la especie *paragüitas cyperus alternifolius* en humedales artificiales, urbanización zárate –sanjuan de lurigancho 2015. Universidad Cesar Vallejo. Peru, 2015. Disponible en: <https://docplayer.es/44914933-Facultad-de-ingenieria.html>
- 25.** Castillo E, Vásquez ML. El rigor metodológico en la investigación cualitativa. Colomb Med. 2003; 3(4):164-7.
- 26.** CASTILLO, E. & VÁSQUEZ, M. (2003). El rigor metodológico en la investigación cualitativa. Revista Colombia Médica, Vol. 34, No. 3, pp. 164-167.
- 27.** CHAMBI, Z. Tratamiento de aguas residuales de lavanderías por el proceso de coagulación-floculación y adsorción. Tesis (Ingeniero químico). Universidad de Nacional de Altiplano. Puno, 2018. Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8347/Chambi_Hanncco_Zulma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

28. CHEN, Zhuo, NGO, Hao Ngo, GUO, Wenshan, LISTOWSKI, Andrzej, O'HALLORAN, Kelly, THOMPSON, Michael y MUTHUKARUPPAN, Muthu. Multi-criteria analysis towards the new end use of recycled water for household laundry: A case study in Sydney. *Science of The Total Environment* [en línea]. Noviembre 2012, n. °438. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: [doi:10.1016/j.scitotenv.2012.08.019](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.019)
29. CHOOBAR, Behnam, ALAEI SHAHMIRZADI, Mohammad, KARGARI, Ali y MANOUCHEHRI, Massoumeh. Fouling mechanism identification and analysis in microfiltration of laundry wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea]. Abril 2019, n° 7. [Fecha de consulta:]. Disponible en: [doi:10.1016/j.jece.2019.103030](https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103030)
30. CIABATTIA, Ingrid, CESARO, F., FARALLI, L., FATARELLA, E., y TOGNOTTI, F. Demonstration of a treatment system for purification and reuse of laundry wastewater. *Desalination* [en línea]. Setiembre 2009, n° 245. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2020]. Disponible en: [doi:10.1016/j.desal.2009.02.008](https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.02.008)
31. CLAUSO, Adelina. Análisis documental: el análisis formal. *Revista General de información y documentación* [en línea]. Paris, 1993. Vol.3, n° 1. Disponible en : <file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/12586Texto%20del%20art%C3%ADculo-12666-1-10-20110601.PDF>
32. COLLIVIGNARELLI, M. C., Carnevale Miino, M., Baldi, M., Manzi, S., Abbà, A., & Bertanza, G. (2019). Removal of non-ionic and anionic surfactants from real laundry wastewater by means of a full-scale treatment system. *Process Safety and Environmental Protection*. Disponible en: [doi:10.1016/j.psep.2019.10.022](https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.10.022)
33. COLLIVIGNARELLI, M. C., Carnevale Miino, M., Baldi, M., Manzi, S., Abbà, A., & Bertanza, G. (2019). Removal of non-ionic and anionic surfactants from real laundry wastewater by means of a full-scale treatment system. *Process Safety and Environmental Protection*. [doi:10.1016/j.psep.2019.10.022](https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.10.022)

- 34.** COSTA, Andrea, ALBUQUERQUE, Clarissa, SALGUEIRO, Alexandra y SARUBBO, L. Elimination of the color of the industrial dye and the effluent of the clothes by means of microbial consortium and coagulating agents. Process safety and environmental protection. 2018, N° 118. [Fecha de consulta]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.03.001>
- 35.** DAS, Dipa, SAMAL, Debi y BC, Melkap. Preparation of Activated Carbon from Green Coconut Shell and its Characterization. Journal of Chemical Engineering and Process Technology [en línea]. 2015, n° 6. [Fecha de consulta:]. Disponible en: doi: 10.4172 / 2157-7048.1000248
- 36.** DELFORNO, Tiago, LACERDA, Gileno, SIERRA-GARCIA, Isabel, OKADA, Dagoberto, MACEDO, Thaís, VARESCHE, Maria, y OLIVEIRA, Valéria. Metagenomic analysis of the microbiome in three different bioreactor configurations applied to commercial laundry wastewater treatment. Science of The Total Environment [en línea]. Junio 2017, n° 587. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.scitotenv.2017.02.170](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.170)
- 37.** DELGADILLO, Oscar, CAMACHO, et.al. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. 1° ed. Bolivia: Centro andino para la gestión y uso del agua, 2010. ISBN: 9789995476625. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- 38.** Diario El Peruano, (2019). DS N° 021-2009-Vivienda. Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Recuperado de: <https://www.sedacusco.com/docs/01%20DS%20021-2009-VIVIENDA.pdf>
- 39.** DIAZ, Heidy y CABALLERO, Jhon. "Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico - ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Super pro Designer V6 – 2015". Tesis (Ingeniero Químico). Loreto: Universidad Nacional de la amazonia peruana, 2015. Disponible en: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 40.** DIAZ, Heidy y CABALLERO, Jhon. "Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico - económico - ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Super pro Designer V6 – 2015". Tesis

(Ingeniero Químico). Loreto: Universidad Nacional de la amazonia peruana,2015.Disponible en:
http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4712/Heidy_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

41. DIAZ, Jose. Coagulantes – Floculantes organicos e inorgánicos elaborados de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas. Tesis (Maestria en ciencias naturales). San pedro sula cortés: Universidad Pedagógica nacional francisco Morazán, 2014. Disponible en: <file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas.pdf>
42. DULZAIDES, Maria. Análisis documental de información: dos componentes de un mismo proceso. Revista SCIELO [en línea]. Habana, 2004. Vol. 12, n°2. Disponible en: <file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/analisis.pdf>
43. EDSER, Caroline. Developments and trends in the laundry sector. Focus on Surfactants [en línea]. Diciembre 2015, n° 12. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.fos.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.fos.2015.11.001)
44. EL-HENDAWY, Aabdel Nasser, ALEXANDER, Andrew, ANDREWS, Robert y FORREST, Gavin. Effects of activation schemes on porous, surface and thermal properties of activated carbons prepared from cotton stalks. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis [en línea]. Julio 2008, n° 82. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2008.04.006>
45. EL-HENDAWY, Abdel Nasser. Variation in the FTIR spectra of a biomass under impregnation, carbonization and oxidation conditions. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis [en línea]. Marzo 2006, n° 75. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2005.05.004>
46. ENDANG Tri Wahyuni, R. Roto, M. Sabrina, V. Anggraini, N. F. Leswana, A. C. Vionita. Photodegradation of Detergent Anionic Surfactant in Wastewater Using UV/TiO₂ /H₂O₂ and UV/Fe²⁺/H₂O₂ Processes. American Journal of Applied Chemistry. Vol. 4, No. 5, 2016, pp. 174-180.
47. FAGHIHI, Shayan, KEYKHOSRAVI, Amin, y SHAHBAZI, Khalil. Modeling of kinetic adsorption of natural surfactants on sandstone minerals: Spotlight on

- accurate prediction and data evaluation. Colloid and Interface Science Communications [en línea]. Noviembre 2019, n° 33. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.colcom.2019.100208](https://doi.org/10.1016/j.colcom.2019.100208)
- 48.** FANG, Xianghong, XU, Zhonghui, LUO, Yaodong, REN, Li, y HUA, Wei. Removal of Radionuclides from Laundry Wastewater Containing Organics and Suspended Solids Using Inorganic Ion Exchanger. Procedia Environmental Sciences [en línea]. 2016, n° 31. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: 375–381. [doi:10.1016/j.proenv.2016.02.053](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.053)
- 49.** FAO: Los recursos naturales y el departamento de medio ambiente, desarrollo y Agua unidad de gestión, 2012. Agua de la FAO, Temas de actualidad: la escasez de agua.
- 50.** FATHY, Nady, GIRGIS, Badie, KHALIL, Lila y FARAH, Joseph. Utilization of Cotton Stalks-Biomass Waste in the Production of Carbon Adsorbents by KOH Activation for Removal of Dye-Contaminated Water [en línea]. Setiembre 2010, n° 11. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [https://www.researchgate.net/publication/264000225 Utilization of Cotton Stalks-Biomass Waste in the Production of Carbon Adsorbents by KOH Activation for Removal of Dye-Contaminated Water](https://www.researchgate.net/publication/264000225_Utilization_of_Cotton_Stalks-Biomass_Waste_in_the_Production_of_Carbon_Adsorbents_by_KOH_Activation_for_Removal_of_Dye-Contaminated_Water)
- 51.** FERNANDEZ, Minerva. Estudio de las interacciones de tensioactivos en la superficie de TiO₂ y su aplicación en adsolubilización y fotocátalisis de compuestos orgánicos. Tesis (Doctorado en ciencias). Barcelona, 2017. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2017/hdl_10803_455152/mfb1de1.pdf
- 52.** GAO, Yuan, XU, Shiping, YUE, Qinyan, WU, Yuwei y GAO, Baoyu. Chemical preparation of crab shell-based activated carbon with superior adsorption performance for dye removal from wastewater. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers [en línea]. Abril 2016, n° 61. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jtice.2015.12.023](https://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.12.023)
- 53.** GAO, Zan, ZHANG, Yunya SONG, Ningning, y LI, Xiaodong. Towards flexible lithium-sulfur battery from natural cotton textile. Electrochimica Acta [en línea]. Agosto 2017, n° 246. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.electacta.2017.06.069](https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.06.069)

- 54.** GIL, Ana. Análisis y caracterización de agentes tensioactivos, polímeros y química fina en un laboratorio de control. Tesis (Magister en ciencias, tecnologías y gestión ambiental). Coruña: Universidade da coruña, 2014. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/13628/GilMuino_Ana_TFM_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- 55.** GUO, Xuan, y WANG, Jianlong. Comparison of linearization methods for modeling the Langmuir adsorption isotherm. *Journal of Molecular Liquids* [en línea]. Octubre 2019, n° 111850. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.molliq.2019.111850
- 56.** HERNANDEZ, Maria. Eliminación de NOx mediante fotocatalisis heterogénea. Tesis (Doctorado en Oceanografía). Las palmas de Gran ganaría: Universidad de las palmas de gran ganaría, 2017. Disponible en: file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/0746895_0000_0000.pdf
- 57.** HERNÁNDEZ-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6ta ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- 58.** HERRERA, L, Yabroudi, S, Cardenas, C, et al. Tratamiento biológico de efluentes de industrias procesadoras de cangrejo azul usando lodos activados. *Revista Scielo* [en línea]. Julio 2017, v.32 n°7. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2020]. Disponible en:
- 59.** HOINKIS, Jan, y PANTEN, Volker. Wastewater recycling in laundries—from pilot to large-scale plant. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* [en línea]. Julio 2008, n° 47. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.cep.2007.12.010](https://doi.org/10.1016/j.cep.2007.12.010)
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442007000700012
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418302829>
- 60.** HU, Lijuan, PENG, Ying, WU, Feng, PENG, Shanzhi, LI, Jinjin y LIU, Zizheng. Carbones activados tubulares hechos de tallo de algodón para la adsorción dinámica de tolueno en el aire. *Revista del Instituto de Ingenieros*

Químicos de Taiwán [en línea]. Noviembre 2017, n° 80. [Fecha de consulta:].
Disponibilidad en: [doi: 10.1016 / j.jtice.2017.07.029](https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.07.029)

- 61.** HYUN-CHUL, Kim, Shang, X., Huang, J.-H., & Dempsey, B. A. (2014). Treating laundry waste water: Cationic polymers for removal of contaminants and decreased fouling in microfiltration. *Journal of Membrane Science*, 456, 167–174. doi:10.1016/j.memsci.2014.01.028
- 62.** JEONG, Hyunju, BROESICKE, Osvaldo, DREW, Broesicke y CRITTENDEN, John. Life cycle assessment of small-scale greywater reclamation systems combined with conventional centralized water systems for the City of Atlanta, Georgia. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Febrero 2018, n° 174. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jclepro.2017.10.193](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.193)
- 63.** JEPPU, Gautham Y CLEMENT, Prabhakar. A modified Langmuir-Freundlich isotherm model for simulating pH-dependent adsorption effects. *Journal of Contaminant Hydrology* [en línea]. Marzo 2012, n° 129-130. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.jconhyd.2011.12.0010
Julio 2015, n° 2, vol. 11. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2020]: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/document-1.pdf>
- 64.** KHOSRAVANIPOUR MOSTAFAZADEH, Ali, BENGUIT, Adam, CARABIN, Anne, DROGUI, Patrick y BRIEN, Emmanuel. Development of combined membrane filtration, electrochemical technologies, and adsorption processes for treatment and reuse of laundry wastewater and removal of nonylphenol ethoxylates as surfactants. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]. Abril 2019, n° 28. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.jwpe.2019.02.014
- 65.** KHUNTIA, Himanshu, CHANDRASHEKAR, Sanjana y CHANAKYA, H.N. Treatment of household greywater laden with household chemical products in a multi-chambered anaerobic biofilm reactor. *Sustainable Cities and Society* [en línea]. Noviembre 2019, n° 51. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101783>
- 66.** KUO HUANG, Anita, VEIT, Marcia, TREVISANI JUCHEN, Patricia, DA CUNHA GONÇALVES, Gilberto, MORENO PALÁCIO, Soraya, y DE OLIVEIRA CARDOSO, Camila. sequential process of coagulation/flocculation/sedimentation- adsorption - microfiltration for

laundry effluent treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea]. Agosto 2019, n°7. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.jece.2019.103226

- 67.** LI, Shoujiang, PENG, Bo, Y WANG, Shaoyan. Establishment of adsorption isotherms of m- and p-cresols in chromatographic process with aluminum terephthalate metal-organic framework as stationary phase. *Journal of Chromatography A* [en línea]. Octubre 2019, n° 460599. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.chroma.2019.460599
- 68.** Lincoln, Y. & Guba, E.G. (2007). But is it rigorous? Trustworthiness and authenticity in naturalistic evaluation. *New directions for evaluation*, 114, 15 – 25. DOI: 10.1002/ev.223
- 69.** LLANO, B; et.al. Tratamiento Físicoquímico de las Aguas Residuales Generadas en el Proceso de Beneficio de Arcillas y Alternativas de Uso de los Lodos Generados en el Proceso. SCIELO: Información tecnológica [en línea]. Colombia, 2014, vol. 25 n°3. [Fecha de consulta: 12 de junio del 2020]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n3/art10.pdf>
- 70.** Lu, S., GAO, X., Wu, P., Li, W., Bai, X., Sun, M., & Wang, A. (2018). Assessment of the Treatment of Domestic Sewage by a Vertical-flow Artificial Wetland at Different Operating Water Levels. *Journal of Cleaner Production*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618331251>
- 71.** Lu, S., Pei, L., & Bai, X. (2015). Study on method of domestic wastewater treatment through new-type multi-layer artificial wetland. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(34), 11207–11214. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319915014068>
- 72.** MANOUCHEHRI, Massoumeh, y KARGARI, Ali. Water recovery from laundry wastewater by the cross flow microfiltration process: A strategy for water recycling in residential buildings. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Diciembre 2017, n° 168. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.jclepro.2017.08.211
- 73.** MANSILLA, Hector, LIZAMA, Cristian, GUTARRA, Abel y RODRÍGUEZ, Juan. Tratamiento de residuos líquidos de la industria de celulosa y textil. Eliminación de contaminantes por fotocatalisis heterogénea [en línea]. Enero 2001, n° 2. [Fecha de consulta:]. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/237275070> TRATAMIENTO DE RESIDUOS LIQUIDOS DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y TEXTIL

- 74.** MARTINEZ, Jacobo. Evaluación de la formulación de limpiadores industriales a base de tensoactivos de naturaleza iónica y no iónica a nivel laboratorio. Tesis (Título de ingeniero químico). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1507_Q.pdf
- 75.** METCALF & EDDY, INC. Wastewater engineering treatment and reuse. 1° ed. California: University of Washington, Seattle, 2003. ISBN: 978-0-07-041878-3
- 76.** MISRA, Rabindra, PATEL, J.h, Y BAXI, V. (2010). Reuse potential of laundry greywater for irrigation based on growth, water and nutrient use of tomato. Journal of Hydrology [en línea]. Mayo 2010, n° 386. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jhydrol.2010.03.010](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.03.010)
- 77.** MISRA, RK Y SIVONGXAY, A. (2009). Reuse of laundry greywater as affected by its interaction with saturated soil. Journal of Hydrology [en línea]. Marzo 2009, n° 366. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.12.010>
- 78.** MOHAN, Mariraj. Use of naturalized coagulants in removing laundry waste surfactant using various unit processes in lab-scale. Journal of Environmental Management [en línea]. Abril 2014, n° 136. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jenvman.2014.02.004](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.004)
- 79.** MONJE-ÁLVAREZ, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía didáctica. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Programa de Comunicación Social y Periodismo. Disponible en: [https://goo. gl/yYzxJ](https://goo.gl/yYzxJ)
- 80.** Motteran, Fabricio, Lima Gomes, Paulo, Silva, Edson y Varesche, Maria. Simultaneous determination of anionic and nonionic surfactants in commercial laundry wastewater and anaerobic fluidized bed reactor effluent by online column-switching liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Science of The Total Environment [en línea]. Febrero 2017, n° 580. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.scitotenv.2016.12.068](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.068)

- 81.** MOURA, Alana, Centurion, Victor, Okada, Dagoberto, Motteran, Fabricio, Delforno, Tiago, Oliveira, Valéria y VARESCHE, Maria. Laundry wastewater and domestic sewage pilot-scale anaerobic treatment: Microbial community resilience regarding sulfide production. *Journal of Environmental Management* [en línea]. Diciembre 2019, n° 251. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jenvman.2019.109495](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109495)
- 82.** NASCIMENTO, Camila. VEIT, Marcia, PALÁCIO, Soraya, GONÇALVES, Gilberto. Combined application of coagulation/flocculation/sedimentation and membrane separation for the treatment of laundry wastewater, *International Journal of Chemical Engineering* [en línea]. Marzo 2019, n° 1. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1155/2019/8324710>.
- 83.** NICOLAIDIS, Charalambos, y VYRIDES, Ioannis. Closing the water cycle for industrial laundries: An operational performance and techno-economic evaluation of a full-scale membrane bioreactor system. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Noviembre 2014, n° 92. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.resconrec.2014.09.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.09.001)
- 84.** OKTOR, Kadriye, y ÇELIK, Dicle. Treatment of washbasin and bathroom greywater with *Chlorella variabilis* and reusability. *Journal of Water Process Engineering* [en línea]. Octubre 2019, n° 31. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jwpe.2019.100857](https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100857)
- 85.** PÉREZ-LÓPEZ, M. E., Arreola-Ortiz, A. E., & Malagón Zamora, P. (2018). Evaluation of detergent removal in artificial wetlands (biofilters). *Ecological Engineering*, 122, 135–142. doi:10.1016/j.ecoleng.2018.07.036
- 86.** PUTRO, Jindrayani, SANTOSO, Shella, ISMADJI, Suryadi y JU, Yi-Hsu. Investigation of heavy metal adsorption in binary system by nanocrystalline cellulose – Bentonite nanocomposite: Improvement on extended Langmuir isotherm model. *Microporous and Mesoporous Materials* [en línea]. Julio 2017, n° 246. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.micromeso.2017.03.032](https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2017.03.032)
- 87.** RAMIREZ Hildebrando y JARAMILLO, Jhoan. Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. *Revista facultad de ciencias básicas* [en línea].

- 88.** RAMPRASAD, C., Philip, L., 2016. Surfactants and personal care products removal in pilot scale horizontal and vertical flow constructed wetlands. *WaterSci, Technol.* 48(5), 67-74.
- 89.** RIOS, Francisco. Análisis y caracterización de agentes tensioactivos, polímeros y química fina en un laboratorio de control. Tesis (Doctor en ingeniero químico). Granada: Universidad de Granada, 2014. Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/24452968.pdf>
- 90.** RIVAS, Sorangel, MENES, Gerardo y ROMULO, Almet. Treatment for coagulation-flocculation to effluent from Ernesto Che Guevara Company of Nickel. Centro de investigaciones del níquel [en línea]. Marzo, 2017. [Fecha de consulta: 13 de junio del 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v37n2/rtq02217.pdf>
- 91.** ROJAS, Maria. "Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (chrysopogon zizanioides) en humedales artificiales en la comunidad de santa rosa bajo, distrito chota, 2017". Universidad Cesar Valleja, 2017. Disponible: [file:///C:/Users/Bryan/Downloads/Nueva%20carpeta%20\(3\)/Rojas2017_DM Y.pdf](file:///C:/Users/Bryan/Downloads/Nueva%20carpeta%20(3)/Rojas2017_DM Y.pdf)
- 92.** RUBIANO, Karla. Efecto de la adición de agentes de tensión activa en la microencapsulación de dlimoneno mediante técnicas de secado por aspersión. Tesis (Magister en ciencia y tecnología de alimentos). Colombia-Medellin: Universidad Nacional de Colombia, 2015. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/48684/1/1017192145.2015.pdf>
- 93.** SALAS, Jose. Introducción a los Humedales Artificiales como tratamiento de las aguas residuales. *Aqualia* [en línea]. N° 1. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/introduccion-humedales-artificiales-como-tratamiento-aguas-residuales>
- 94.** SALGADO, Ana. Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Revista Scielo* [en línea]. 2007, vol. 13 n° 13. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en : http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1729-48272007000100009

- 95.** SAOUTER, Erwan. Laundry Detergents: Cleaner Clothes and a Cleaner Environment. Corporate Environmental Strategy [en línea]. Febrero 2002, n° 9. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/s1066-7938\(01\)00149-x](https://doi.org/10.1016/s1066-7938(01)00149-x)
- 96.** SARTOVA, Kulumkan, OMURZAK, Emil, KAMBAROVA, Gulnara, DZHUMAEV, Isaak, BORKOEV, Bakyt, & ABDULLAEVA, Zhyppargul. Activated carbon obtained from the cotton processing wastes. Diamond and Related Materials [en línea]. Enero 2019, n° 91. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.diamond.2018.11.011](https://doi.org/10.1016/j.diamond.2018.11.011)
- 97.** SHANG, Xia, KIM, Hyun, HUANG, Jin-Hui y DEMPSEY, Brian. Coagulation strategies to decrease fouling and increase critical flux and contaminant removal in microfiltration of laundry wastewater. Separation and Purification Technology [en línea]. Junio 2015, n° 147. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.seppur.2015.04.005](https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.04.005)
- 98.** SHRESTHA, Siddhartha, KUANG, Shibo, YU, Aibing y ZHOU, Zongyan. Effect of van der Waals force on bubble dynamics in bubbling fluidized beds of ellipsoidal particles. Chemical Engineering Science [en línea]. Febrero 2019, n° 212. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.ces.2019.115343](https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.115343)
- 99.** SIGGINS, Alma, BURTON, Vanessa, ROSS, Craig, LOWE, Hamish y HORSWELL, Jacqui. Effects of long-term greywater disposal on soil: A case study. Science of The Total Environment [en línea]. Julio 2016, n° 557 [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.084>
- 100.** SILVA, Tais, RONIX, Amanda, PEZOTI, Osvaldo, SOUZA, Lucas, LEANDRO, Patricia, BEDIN, Karen, BELTRAME, Karla, CAZETTA, Andre y ALMEIDA, Victor. Mesoporous activated carbon from industrial laundry sewage sludge: Adsorption studies of reactive dye Remazol Brilliant Blue R. Chemical Engineering Journal [en línea]. Noviembre 2016, n° 303. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi: 10.1016 / j.cej.2016.06.009](https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.06.009)
- 101.** SONG, Yarui, MEN, Bin, WANG, Dongsheng y MA, Jianwei. On-line batch production of ferrate with a chemical method and its potential

application for greywater recycling with Al (III) salt. Journal of Environmental Sciences [en línea]. Febrero 2017, n° 52. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jes.2016.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.05.002)

- 102.** ŠOSTAR-TURK, Sonja, PETRINIĆ, Irena, y SIMONIČ, Marjana. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. Resources, Conservation and Recycling [en línea]. Mayo 2005, n° 44(2). [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.resconrec.2004.11.002](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2004.11.002)
- 103.** STROMER, Bobbi, WOODBURY, Bryan y WILLIAMS, Clinton. Tylosin sorption to diatomaceous earth described by Langmuir isotherm and Freundlich isotherm models. Chemosphere [en línea]. Febrero 2018, n° 193. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.083>
- 104.** SUMISHA, Anappara, ARTHANAREESWARAN, Gangasalam, LUKKA THUYAVAN, ISMAIL, Ahmad y CHAKRABORTY, Sudip. Treatment of laundry wastewater using polyethersulfone/polyvinylpyrrolidone ultrafiltration membranes. Ecotoxicology and Environmental Safety [en línea]. Noviembre 2015, n° 121. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.ecoenv.2015.04.004](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.04.004)
- 105.** TERECHOVA, EI, ZHANG, Guoquan, CHEN, Jie, SOSNINA, NA y YANG, Fenglin. Combined chemical coagulation–flocculation/ultraviolet photolysis treatment for anionic surfactants in laundry wastewater. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea]. Diciembre 2014, n° 2(4). [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jece.2014.09.011](https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.09.011)
- 106.** TOLENTINO, Anthony, eatl."Aguas residuales de lavandería y su tratamiento por oxidación foto catalítica con dióxido de titanio (TiO₂) y luz ultra violeta (Uv) en Instituto Nacional de Salud del Niño, San borja-2017". Rev. del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM vol. 22 n° 43, 2019: 3 – 8.
- 107.** TP DELFORNO, AGL MOURA, DY OKADA, MBA VARESCHE, biotecnología de efecto de la Adaptación de la biomasa a la degradación de

los Tensioactivos aniónicos en aguas residuales de las Lavandería utilizando Reactores EGSB, Bioresour. Technol. 154 (2014) 114-121

- 108.** TSENG, Ru-Ling y WU, Feng. Analyzing a liquid–solid phase countercurrent two- and three-stage adsorption process with the Freundlich equation. Journal of Hazardous Materials [en línea]. Febrero 2009, n° 162(1). [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.jhazmat.2008.05.031
- 109.** TURNER, R., WARNE, M., DAWES, LA., VARDY, S. y WILL, GD. Aguas Gris regadas en una subdivisión Urbana como fuente potencial de metales para el suelo, las aguas subterráneas y las aguas superficiales. Revista de Gestión Ambiental [en línea]. Diciembre 2016, n° 183. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.021>
- 110.** United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). Informe mundial de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos aguas residuales el recurso desaprovechado [En línea]. Paris: [fecha de consulta 5 de mayo 2017] Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>. ISBN 978-92-3-300058-2
- 111.** VALENZUELA, Maria y CAMPUZANO, Diana. ISO 14001:2015 Caso Estudio Sector industrial lavandería. Revista Padlet [en línea]. Junio 2018, n° 1. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en : <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18554/1/1057782740.pdf>
- 112.** VÄLITALO, Pía, MASSEI, Riccardo, HEISKANEN, Ilse, BEHNISCH, Peter, BRACK, Werner, TINDALL, Andrew, PASQUIER, David, KÜSTER, Eberhard, MIKOLA, Anna, SCHULZE, Tobias y SILLANPÄÄ, Markus. Effect-based assessment of toxicity removal during wastewater treatment. Water Research [en línea]. Diciembre 2017, n° 126. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: doi:10.1016/j.watres.2017.09.014
- 113.** VALLES, Maria y Alarcon, M. Retención de arsénico en un humedal construido con Eleocharis macrostachya y Schoenoplectus americanus. Scielo [en línea]. Marzo 2014, vol. 30 n°2. [fecha de consulta: 28 de junio del

2020]. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000200002

- 114.** VELIZ, Eliet, GUADALUPE, Jose y ASELA, Lidia. Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola [en línea]. Mexico, setiembre, 2015. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v7n1/2007-2422-tca-7-01-00017.pdf>
- 115.** VIEIRA, Julia, SOARES, Liliane y FROES-SILVA, Roberta. Comparing chemometric and Langmuir isotherm for determination of maximum capacity adsorption of arsenic by a biosorbent. *Microchemical Journal* [en línea]. Marzo 2018, n° 137. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.microc.2017.11.005](https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.11.005)
- 116.** VISITACION, Lizardo y GAMBOA, Nadia. Degradación fotocatalítica de detergentes en efluentes domésticos [en línea]. *Revista de química*. Junio 2005. Disponible en :
<file:///C:/Users/JORGE%20CHAVEZ%20ULARTE/Downloads/18725-Texto%20del%20art%C3%ADculo-74209-1-10-20170615.pdf>
- 117.** WANG, Chunying, BOITHIAS, Laurie, NING, Zigong, HAN, Yuping, SAUVAGE, Sabine, SÁNCHEZ-PÉREZ, Jose Miguel, KURAMOCHI, Kanta, HATANO, Ryusuke. Comparison of Langmuir and Freundlich adsorption equations within the SWAT-K model for assessing potassium environmental losses at basin scale. *Agricultural Water Management* [en línea]. Enero 2017, n°180. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.agwat.2016.08.001](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.001)
- 118.** WANG, Jing, LIU, Hui, WU, Ming, LIU, Xiaolong, SUN, Haiyan y ZHENG, Aixian. Water-soluble organic probe for pH sensing and imaging. *Talanta* [en línea]. Diciembre 2019, n° 205. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2019.06.095>
- 119.** WU, Bing. Membrane-based technology in greywater reclamation: A review. *Science of The Total Environment* [en línea]. Marzo 2019, n° 656. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.scitotenv.2018.11.347](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.347)

- 120.** WU, Xi, XU, Shiming, WU, Debing y LIU, Huan. Electric conductivity and electric convertibility of potassium acetate in water, ethanol, 2, 2, 2-trifluoroethanol, 2-propanol and their binary blends. Chinese Journal of Chemical Engineering [en línea]. Diciembre 2018, n°26. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.cjche.2018.06.004](https://doi.org/10.1016/j.cjche.2018.06.004)
- 121.** XU, Shan-Shan, QIU, Shu-Wei, YUAN, Zhong, REN, Tie y BANDOSZ, Teresa. Nitrogen-containing activated carbon of improved electrochemical performance derived from cotton stalks using indirect chemical activation. Journal of Colloid and Interface Science [en línea]. Marzo 2019, n°540. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/j.jcis.2019.01.031](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.01.031)
- 122.** YS HO, G. MCKAY, Comparative Sorption Kinetic Studies of Dye and Aromatic Compounds onto Fly Ash. Journal of Environmental Science and Health [en línea]. Octubre 2016, n° 6. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <http://dx.doi.org/10.1080/10934529909376889>
- 123.** YYLYUBCHIK, Svetlana, Benoit, Roland y Béguin, Francandois. Influence of chemical modification of anthracite on the porosity of the resulting activated carbons. Carbon [en línea]. Julio 2002, n° 40(8). [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: [doi:10.1016/s0008-6223\(01\)00288-3](https://doi.org/10.1016/s0008-6223(01)00288-3)
- 124.** ZHANG, Hailong, LI, Shanshan, JIAO, Yi, EMIL IOJOIU, Eduard, DA COSTA, Patrick, ELENA GALVEZ, Maria y CHEN, Yaoqiang. Structure, surface and reactivity of activated carbon: From model soot to Bio Diesel soot. Fuel [en línea]. Diciembre 2019, n° 257. [Fecha de consulta:]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116038>
- 125.** ZHANG, Yunya, GAO, Zan, SONG, Ningning y LI, Xiaogong. High-performance supercapacitors and batteries derived from activated banana-peel with porous structures. Electrochimica Acta [en línea]. Diciembre 2016, n° 222. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2020]. Disponibilidad en: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2016.11.099>

ANEXO

Anexo 1. Ficha de análisis de contenido.

		FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO	
TITULO:			
Paginas utilizadas	Año de publicación <input type="text"/>	Tipo de documento	<input type="text"/>
Tipo de investigación:	Autor		
Palabras claves:			
Tipo de técnica:			
Parámetro de medición:			
Condiciones de operaciones:			
Ventajas			
Desventajas:			
Resultados:			