



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Tecnologías para tratamiento de aguas residuales en las industrias textil, pintura y curtiembre: Revisión Sistémica”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS:

Alcázar Paredes, Rosario Del Carmen (ORCID:0000-0002-3603-4742)

Vilcas Saldaña, Rosa De Los Milagros (ORCID:0000-0003-0846-7177)

ASESOR:

Dr. Quezada Álvarez, Medardo Alberto (ORCID:0000-0002-0215-5175)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento y Gestión de los Residuos

TRUJILLO - PERÚ

2021

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros hermanos (as) por acompañarnos y estar presentes en esta etapa tan importante brindándonos su apoyo moral a lo largo de este proceso de nuestras vidas.

Finalmente, a todas las personas que nos han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis Medardo Alberto Quezada Álvarez de la Universidad César Vallejo, quien ha guiado con su paciencia y rectitud como docente y por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	11
3.3 Escenario de estudio:.....	11
3.4 Participantes:	11
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	12
3.6 Procedimiento	13
3.7 Rigor Científico	15
3.8 Método de análisis de datos:	15
3.9 Aspectos Éticos:	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de inclusión para búsqueda de información.....	12
Tabla 2. Procesos de búsqueda de información	13
Tabla 3. Palabras claves utilizadas para la investigación	14
Tabla 4. Conectores lógicos empleados para la búsqueda.....	14
Tabla 5. Caracterización del agua residual de la industria de textil.....	16
Tabla 6. Caracterización del agua residual de la industria de pintura	17
Tabla 7. Caracterización del agua residual de la industria de curtido	18
Tabla 8. Tecnologías empleadas para el tratamiento de ARI de textilerías.....	19
Tabla 9. Tecnologías empleadas para el tratamiento de ARI de pinturas	22
Tabla 10. Tecnologías empleadas para el tratamiento ARI de curtiembre.....	26

Resumen

El presente estudio fue de tipo básico, se planteó como objetivo general determinar las tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pintura y curtiembre. A su vez, se estableció como objetivos específicos identificar los contaminantes característicos de cada una de las tres industrias estudiadas y seleccionar las tecnologías más efectivas para el tratamiento de cada efluente industrial evaluado. El diseño de investigación se basó en la revisión sistémica, la técnica empleada fue análisis documental. Como resultados se identificó que los contaminantes en las tres industrias fueron la DBO, DQO, SDT. A su vez, las tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil consistieron en tratamientos combinados, biológicos y los tratamientos químicos. Las tecnologías más eficientes identificadas para el tratamiento de aguas residuales de las industrias de pintura fueron las que emplean tratamientos biológicos por reactor anaeróbico y biorreactor de oxidación multinivel. Las tecnologías que emplea tratamiento químico se encontró a los procesos de electrocoagulación. Las tecnologías más eficientes identificadas para el tratamiento de aguas residuales de las industrias de curtiembre fueron las que emplean tratamientos físicos mediante adsorción por nano partículas y filtración por filtros de olla de cerámica.

Palabras clave: Industriales, efluentes, curtiembre, textil, pintura.

Abstract

The present study was of a basic type; the general objective was to determine the most efficient technologies for the treatment of wastewater from the textile, paint and tannery industries. In turn, specific objectives were established to identify the characteristic pollutants of each of the three industries studied and to select the most effective technologies for the treatment of each evaluated industrial effluent. The research design was based on the systemic review, the technique used was documentary analysis. As results, it was identified that the pollutants in the three industries were BOD, COD, SDT. In turn, the most efficient technologies for the treatment of wastewater from the textile industries consisted of combined treatments, biological and chemical treatments. The most efficient technologies identified for the treatment of wastewater from the paint industries were those that use biological treatments by anaerobic reactor and multilevel oxidation bioreactor. Technologies that employ chemical treatment were found to electrocoagulation processes. The most efficient technologies identified for the treatment of wastewater from the tannery industries were those that employ physical treatments through adsorption by nanoparticles and filtration through ceramic pot filters.

Keywords: Industrial, effluents, tannery, textile, paint.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales industriales (ARI) son aquellas que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el recurso hídrico, por lo general contienen en su mayoría contaminantes de tipo minerales, orgánicos, inorgánicos y biológicos. Dentro de las aguas residuales según la actividad económica generadora encontramos las procedentes de la industria de pintura donde estas provienen básicamente del lavado de los equipos, representando cerca del 80% de los residuos generados (Cristancho y Noy, 2016, p.23). En general, los efluentes de la pintura se caracterizan como alcalinos y presentan altos valores de DBO, DQO, metales pesados, sólidos suspendidos y partículas de color que pueden causar enormes daños ambientales (Nar, Manu y Azhoni, 2021, p.1; Cristancho y Noy, 2016, p.50). A estos parámetros elevados se suma la incapacidad de las industrias para reducir la concentración de niveles de DQO en sus plantas de tratamiento de aguas residuales por debajo de los valores de referencia, lo que es motivo de preocupación en este tipo de industrias (Aniyikaiye et al., 2019, p.7).

Otra actividad económica que genera gran cantidad de efluentes de preocupación es la industria textil, donde se emplea una serie de insumos que incluyen colorantes químicos y otros químicos auxiliares, utilizados para impartirle la calidad deseada en las telas. Estas sustancias aportan una elevada, alcalinidad, concentración de DBO, DQO, TDS, bajos valores de oxígeno disuelto (OD) y una coloración muy fuerte. Estos efluentes pueden causar serios problemas al ambiente y al ser humano a menos que se traten adecuadamente (Bhatia y Devraj, 2017, p.11; Rana et al., 2017, p.3). El sector textil es catalogado como de "Alta Significación Ambiental ASA", donde el impacto más negativo se origina por sus efluentes líquidos (Garcés Giraldo & Peñuela Mesa, 2007, p.25; citado por Larrotta y Higuera, 2018, p.57). En estos, las altas concentraciones de sales en los efluentes textiles en contacto con el suelo son causa de degradación de la calidad del suelo y lo hacen inadecuado para la agricultura. (Madhav et al., 2018, p. 34), representan también una importante fuente de contaminación por tintes en el medio ambiente en todo el mundo. Estos

tintes se utilizan ampliamente en diversas industrias como la textil, papelera, farmacéutica, alimentaria y cosmética, pero son las industrias textiles las mayores consumidoras de tintes. La mayoría de los tintes que se emplean en esta industria son estables, no se degradan fácilmente y no se ven afectados por la luz (Mondal, Baksi y Bose, 2017, p.101), encontrándose presentes compuestos como trifenilmetano (Violeta ácido 19, verde malaquita, cristal violeta) (Khataee, Zarei y Pourhassan, 2010; citado por Madhav et al., 2018, p. 34). Otro grupo de contaminantes presentes son los etoxilatos de alquilfenol (APEO), el etoxilato de nonilfenol y los etoxilatos de octilfenol, se utilizan ampliamente en las casas de tintes como agentes humectantes y como detergentes. Todas estas sustancias son peligrosas para las criaturas acuáticas ya que poseen disruptores hormonales (Madhav et al., 2018, p. 34). A su vez, la exposición humana a los tintes ha provocado irritación de la piel y los pulmones, dolores de cabeza, malformaciones congénitas y náuseas (Pang & Abdullah, 2013; citado por Madhav et al., 2018, p. 34). Además de estas industrias también se encuentra la industria del curtido que consume una considerable cantidad de agua durante sus procesos de fabricación, sirviendo una importante carga de contaminantes sólidos y líquidos en sus efluentes que contienen altas cargas de materia orgánica, sales y cromo, liberando alrededor de 40 - 25.000 mg / l de cromo (Farenzena et al., 2005; citado por Bharagava et al., 2018, p.1). Las características que presentan estos efluentes son un color marrón oscuro, olor desagradable, pH alto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos disueltos totales (TDS), cromo, sulfato, fosfato, nitrato y una variedad de sustancias químicas orgánicas altamente tóxicas y metales pesados (HM) (Suganthi et al.2013; Chandra y col.2011; Haydar y Aziz, 2009, citado por Bharagava et al., 2018, p.1). En tanto, el Cr es uno de los contaminantes más importantes que liberan las industrias del curtido, su peligrosidad radica en el potencial de mutagenicidad en los seres vivos (Cheng y Dixon, 1998) y efectos de carcinogenicidad (Wang et al., 1999) en humanos, animales y plantas (Parveen, Bharose y Singh, 2017, p.1883).

Por tanto, a raíz de la problemática mencionada, el presente trabajo de investigación por medio de la revisión sistemática de información busco proponer soluciones tecnológicas eficientes como alternativas para el tratamiento de los efluentes industriales de las industrias de pintura, textil y curtiembre. Dicha investigación se justificó por su utilidad social debido a que aborda un tema urgente por parte del sector industrial en el Perú y el mundo, ya que en varias regiones peruanas existe una fuerte actividad de las industrias del curtido del cuero donde la generación representa una seria amenaza ambiental local debido a sus componentes altamente tóxicos y la falta de aplicación de tratamientos eficientes y de vanguardia (Zapana et al., 2020, p.5). En tanto, a nivel nacional se encuentra la industria textil, considerada como uno de los sectores económicos más atractivos del Perú (Inoco, Tinoso y Moscoso, 2016). Por ello, fue sumamente importante abordar esta temática, ofreciendo alternativas de solución, eficientes, rápidas y económicas para el tratamiento de efluentes complejos como los encontrados en la textilería, pintura y curtiembres. A su vez, se ofreció un beneficio de manera directa, a los profesionales encargados de diseñar los procesos para el tratamiento de efluentes en las industrias textil, pinturas y curtiembre; ya que se les presenta una recopilación y valoración de las recientes tecnologías que se vienen desarrollando de forma experimental en la actualidad para tratar estos efluentes. Es así, que se formuló el siguiente problema: ¿Cuáles son las Tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pintura y curtiembre? Para ello, se planteó como objetivo general a partir de la evidencia encontrada: Determinar las Tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pintura y curtiembre. A su vez, se estableció como objetivos específicos identificar los contaminantes característicos de cada una de las tres industrias estudiadas y seleccionar las tecnologías más efectivas para el tratamiento de cada efluente industrial evaluado. Por otra parte, en base a la evidencia recopilada, la hipótesis que se manejó fue demostrar que las Tecnologías más eficientes en el tratamiento de aguas residuales industriales permiten eliminar diversos contaminantes y la mayor concentración de estos.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentó algunos trabajos a nivel nacional e internacional, así como las teorías y definiciones que describen mejor el objeto de estudio.

Según Guillén et al (2020), evaluaron un Tratamiento fisicoquímico con la finalidad de cumplir con los Valores Máximos Admisibles (VMA) de los efluentes de proceso de lavado de lana en una industria textil de Arequipa para lo cual emplearon un coagulante tricloruro férrico al 40 % y floculante polímero MT-FLOC 4299 al 0,1 % tomando en cuenta los parámetros fisicoquímicos. Los rangos de turbidez registrados fueron de 200 y 800 NTU, siendo la remoción del 89 % de turbidez. En tanto, la remoción de contaminantes como aceites, grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales suspendidos, sólidos sedimentables y cianuro total fueron 84,97 %; 82,55 %; 79,36 %; 99,60 %; 96,67 % y 75,65 % respectivamente, llegando a cumplir la Normativa Peruana (p. 2).

Según Pérez. et al. (2018), desarrollaron un estudio de la oxidación de materia orgánica, midiendo DBO₅ y Carbono Orgánico Total, en aguas residuales textiles a las cuales aplicaron ozono en reactores batch completamente mezclados y evaluaron la capacidad oxidativa con tiempos de reacción entre 10 y 60 minutos. Para ello se empleó un equipo generador de ozono donde se mezclaron 30 dm³ de los efluentes de las empresas textiles Jhonatex y Textil Buenaño, ubicadas en Tungurahua y «Modatex» en Azuay. En total, 90 dm³ se dividieron en tiempos de 10 y 60 minutos y por triplicado. Los parámetros indicadores mencionados, inicialmente mostraron niveles oxidativos satisfactorios, cerca del 90% de remoción, durante 50 minutos de reacción, llegando a cumplir la normativa vigente para las descargas en alcantarillado y cuerpos de agua dulce (p.4).

Según Freitas et al. (2015) Investigaron la actividad coagulante del mucílago de okra (*Abelmoschus esculentus*) y se comparó cloruro férrico (agente químico) en CF de aguas residuales textiles. La optimización se evaluó con método estándar de prueba de jarra. El mucílago de la okra residual tiene actividad coagulante en las aguas residuales textiles permitiendo la eliminación de DQO,

turbidez y análisis de color. Se obtuvo una remoción importante del color (93,57%), turbidez (97,24%), DQO (85,69%) usando una pequeña cantidad de mucílago de okra; 3,20 mg L⁻¹, 88,0 mg L⁻¹ Fe⁺³ a 6,0 de pH. La cantidad de Fe⁺³ se reduce hasta un 72,5% y puede aumentar la eliminación de DQO en un 35,74% con adición de mucílago de okra. Los procesos de teñido y aclarado para dispersar los tintes generan alrededor de 90-130 m³ de aguas residuales por tonelada de producto, para lo cual este tipo de tratamiento demostró ser un coagulante desechable, biodegradable y no tóxico (p.2).

Según Shamsnejati et al. (2015) Evaluaron el *Ocimum basilicum* L. (albahaca) como un coagulante natural activo para la eliminación de tinte de un modelo de aguas residuales textiles el cual contiene rojo Congo. Se analizaron la dosis de coagulante y la concentración de colorante en la eliminación del color y la reducción de DQO. Se encontró la concentración de tinte por ser el parámetro más significativo que afecta a la eliminación del color, encontrando así un color intenso al 68,5% y DQO al 61,6%. Más de 50.000 toneladas de diferentes tintes sintéticos se producen anualmente a partir de diversos procesos industriales y aproximadamente del 1% al 10% de ellos se vierten al medio ambiente. La eficiencia de eliminación se obtuvo usando una cantidad baja del coagulante, 1,6 mg / l. El mucílago de *O. basilicum* también resultó ser muy eficaz en el tratamiento de aguas residuales textiles reales como único coagulante y en combinación con alumbre (p.4).

Según de Souza et al. (2016), investigaron la aplicación de mucílagos extraídos del cactus (*cereus peruvianus*) en la remoción de contaminantes de efluentes textiles reales mediante la coagulación y floculación técnica. El componente activo de cactus obtenido por la extracción salina y la máxima remoción de turbidez de un efluente estándar con una turbidez de caolinita del 95%, Los efectos del tiempo y la temperatura de almacenamiento. Así mismo las condiciones del coagulante variaba solo para la muestra después de 4 días de almacenamiento a temperatura ambiente. El tratamiento de efluentes textiles se optimizó empleando el diseño experimental de Box-Behnken basado en la respuesta para las variables dosificación de coagulantes (FeCl₃), dosis de coagulante coagulante (*Cereus peruvianus*) y pH. El modelo de regresión

cuadrática se aplicó en el porcentaje de eliminación de DQO y el porcentaje de eliminación de turbidez es por ello que la tecnología de coagulación y floculación es la técnica más utilizada en todo el mundo en el tratamiento de efluentes industriales (p.12).

Según Saranya y Shanthakumar (2019), estudiaron las Microalgas verdes como tratamiento combinado de efluentes de alcantarillado y curtiduría las cuales tienen un interés por su potencial de fitorremediación y materia prima para producción de biocombustibles. Se evaluó el comportamiento de las algas verdes *Chlorella vulgaris* y *Pseudochlorella pringsheimii* para la remediación de aguas residuales combinadas y efluentes de curtiduría observando una reducción significativa en la concentración de contaminantes en el efluente de 65% para NH₃-N, 100% para PO₄, 63% para DQO y 80% para cromo total. El rendimiento máximo de biomasa alcanzado fue de 3,51 g / l (para el 30% de efluente de la curtiduría) y 2,84 g / l (para el 20% de la curtiduría) Para *Chlorella vulgaris* y *Pseudochlorella pringsheimii*, respectivamente, estas dos especies ha demostrado un alto potencial de acumulación de lípidos del 25,4% en comparación con *Chlorella vulgaris*. (9,3%) al 20% de efluente de curtiduría. Es evidente que la microalga verde *Pseudochlorella pringsheimii* es prometedor para el tratamiento sostenible de aguas residuales combinadas y efluentes de curtiduría junto con la producción de biocombustible (p.167-178).

Según Maharajá et al (2020), investigaron La eliminación de macromoléculas como proteínas, lípidos y mucopolisacáridos hipersalinas de las aguas residuales por curtidurías. los organismos halófilos como *Lysinibacillus fusiformis* sp. y *Providencia stuartii* sp. Fueron aislados para la producción de enzimas mixtas las cuales tienden a degradar los orgánicos en medio salino (TDS> 6% p / p). La carne de animales (ANFL), Los ANFL contienen principalmente proteínas, grasas y carbohidratos que se descartan antes al medio ambiente como desperdicio, los residuos sólidos generados en la industria del cuero, se utilizó como sustrato para producir enzima mixta. Los parámetros temperatura de reacción, el pH, la salinidad y la concentración de sustrato se optimizaron para la máxima producción de enzima, 180 U/ml; actividad lipasa, 1390 U/ml y actividad amilasa, 1340 U/ml respectivamente.

Se observó que el porcentaje de degradación de proteínas, lípidos y mucopolisacáridos en MLCR fue del 85%, 78% y 83% respectivamente para este tipo de tratamiento (p.4).

Según Farahat, Sanad y Afdel (2021), implementaron una técnica de recubrimiento de partículas secas para desarrollar adsorbentes magnéticos a partir de componentes minerales naturales eficiente y bajo costo para la eliminación de Cr (VI) de las aguas residuales de las curtidurías, la serpentina se usó como material adsorbente del huésped. Los resultados confirmaron la formación de un compuesto que combina propiedades magnéticas y de adsorción. La capacidad del material compuesto para la eliminación de cromo hexavalente Cr (VI) se investigó en diferentes condiciones ya que alcanzó una capacidad máxima de adsorción de 138 mg / g. La adsorción de Cr (VI) sobre el compuesto magnético. Los resultados indicaron que la adsorción sigue una cinética de orden 1,2 y ocurre espontáneamente con una naturaleza exotérmica. Esta aplicación se empleó para el tratamiento de efluentes reales de curtiduría, el cual demostró un excelente desempeño de remoción no solo con Cr (VI) sino también con otros metales pesados y contaminantes orgánicos (p. 51-62).

Según Maharaja et al (2017), se basaron en la eliminación de orgánicos disueltos y sólidos en suspensión de aguas residuales salinas de curtiduría [TSWW] crudas, conocidas como licor de remojo, por biorreactor secuencial óxido-anóxico (SOAR) para lo cual cultivaron bacterias halófilas y bacterias filamentosas (FB) para su utilización utilizando licor de remojo como nutriente , La alta concentración de cloruro de sodio (NaCl) en las aguas residuales de las curtidurías retarda la biodegradación de los orgánicos disueltos. La degradación de orgánicos en (TSWW) Raw. SOAR se utilizó para el máximo eliminación de proteínas, 47,4%; carbohidratos, 44,8% y lípidos, 70,4% de (TSWW) Crudo en HRT óptima de 12 h. los parámetros como la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos en suspensión se eliminaron en un 36,8%, 31,2% y 72,6% respectivamente de (TSWW) Crudo que contiene sólidos disueltos totales (TDS) concentración de 6-7% (p/v) sin agregar algún coagulante. Por lo tanto, las aguas residuales salinas se tratan actualmente mediante procesos biológicos utilizando diversos microorganismos.

Pero las actividades de Los microorganismos generalmente se ven afectados por una alta concentración de sal (p. 47-57).

Según Tessema et al (2020), investigaron el potencial del carbón activado a base de tallos de *Canna indica* (CISAC) para eliminar iones de Pb (II) en aguas residuales de la industria de pinturas y soluciones sintéticas. Los parámetros del pH, concentración inicial de iones Pb (II) y la dosis de adsorbente estuvieron sometidos a una solución acuosa a base de nitrato de plomo puro ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) en modo discontinuo. El tallo seco de *Canna indica* (CIS) se carbonizó a 500°C durante 2 horas, se trató con ácido fosfórico (H_3PO_4) arrojando valores de un 5,4% para la humedad, 5,0% de cenizas, 26,7% de materia volátil, 62,9% de carbono fijo y 797.5 mg/g de índice de yodo. Sin embargo, de la transformada Infrarroja de Fourier (FTIR) los grupos funcionales hidroxilo, carboxilo y fenólico dominaban en la superficie de la CISAC. Las características fisicoquímicas revelaron que las aguas residuales crudas tenían una concentración de 4,6 mg / l de Pb (II), 3 mg / l de Cu (II), 171 mg / l de DBO_5 , 2402 mg / l de DQO y 619 mg / l de TSS. Se logró una mejor eliminación del ión Pb (II) de la solución acuosa a un pH de 5,5. Las mayores eficiencias de eliminación de Pb (II) que se lograron a partir de la solución acuosa y las aguas residuales de pintura fueron del 98% y 70%, respectivamente. Los datos experimentales se ajustan a los modelos isotérmicos de Langmuir y Freundlich. Por lo tanto, se sugiere a la CISAC como un adsorbente prometedor para eliminar el ion Pb (II) de las aguas residuales de la industria de la pintura (p.2).

Según Kakoi et al (2017), estudiaron la optimización del biocoagulante *Maerua Decumbent* en el tratamiento de aguas residuales de la industria de la pintura ya que son ecológicos y deseables en el tratamiento del agua así mismo seguros para la salud y el medio ambiente. Emplearon el método de superficie de respuesta aplicada (RSM) para la optimización de la coagulación y Floculación de aguas residuales de la industria de pinturas utilizando *biocoagulante Maerua Decumbent*. Mide las composiciones elementales y grupos funcionales para el biocoagulante decumbente utilizando así el analizador elemental Perkin-Elmer Serie II CHNS / O 2400 y modelo FTIR 8400, respectivamente. Es un diseño experimental de optimización de los parámetros del proceso y sus interacciones

utilizaron el software Design Expert Versión 10 y el diseño compuesto central (CCD). Decumbente de Maerua compuesto por 38,51%, 3,84%, 42,21%, 1,25% y 0,31% C, H, O, N y S, respectivamente. Las condiciones óptimas para la eliminación de parámetros de turbidez, demanda química de oxígeno (DQO), plomo y cromo fueron dosis de *Maerua* 0,8 - 1,2 kg m⁻³, pH 5-7 y un tiempo de sedimentación de 48-60 min. En condiciones óptimas, *Maerua* logró 99,2, 78,6, 100,0 y 99,9% de remoción de turbidez, DQO, plomo y cromo, respectivamente. El proceso de coagulación-floculación se usa frecuentemente en el tratamiento de aguas residuales ya que es simple y eficiente de realizar (p.24-34).

Por otra parte, dentro de las teorías que sirven de soporte a las tecnologías que se emplean para el tratamiento de efluentes industriales tenemos las siguientes:

Se define a la biosorción como la capacidad que tienen las superficies de absorber una sola capa de átomos de adsorbato, teniendo en cuenta el modelo de Langmuir, donde los procesos de adsorción gas-sólido, líquido-sólido a los procesos de biosorción lo que ofrece ventajas únicas como alta capacidad de adsorción, bajo precio en el tratamiento (Salam, 2019, p.1).

En tanto, la (DQO) permite cuantificar la cantidad de oxígeno que necesita la materia inorgánica para su oxidación en una muestra de agua, siendo las condiciones específicas del agente oxidante, temperatura, tiempo (Goele y Foster, 2019, p.7). De forma análoga la (DBO), es utilizada como medida del de oxígeno que se necesita para oxidar la materia orgánica biodegradable que contiene una muestra de agua, se obtuvo como resultado final de la acción de oxidación aerobia (Langone et al., 2021, p.8). Sin embargo, en cuanto al equipamiento necesario para tratar efluentes industriales es necesario un biorreactor que asegura un ambiente biológicamente activo. En algunas ocasiones, un biorreactor es un recipiente en el que ocurre un proceso químico que abarca a organismos o sustancias bioquímicamente activas procedentes de dichos organismos (Das y Das, 2019, p.7). En cuanto a los fundamentos que gobiernan los procesos de remediación de efluentes, encontramos la absorción, es una operación basada en la transferencia selectiva de uno o más elementos existentes en una fase gaseosa hacia la fase líquida con la que interactúa.

Mientras que la desorción es la operación “inversa” donde uno o más elementos de la fase líquida se movilizan de manera selectiva a la fase de gas (Qasem, Mohammed y Lawal, 2021, p.13).

Finalmente, la tecnología de osmosis inversa permite la remoción eficiente de contaminantes, esta se explica como una operación en la que se ejerce mayor presión que la presión osmótica, así mismo esta presión se ejerce en el compartimiento que recibe la más alta concentración de sólidos disueltos. Así también, dicha presión obliga al agua a pasar por una membrana semipermeable a contracorriente del proceso de osmosis (Hawumba, Hung y Wang, 2017, p.2). Finalmente, otros dispositivos que se emplean para tratar efluentes son los filtros de partículas: También conocido como FAP o DPF- es un dispositivo que se encarga de retener todas las partículas sólidas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

El tipo de investigación realizado fue básico, por cuanto se limitó a enriquecer el conocimiento científico sobre tecnologías de aguas residuales industriales. El diseño de esta investigación según la especialidad de Ingeniería Ambiental se basó en la revisión sistémica (Hernández, 2017, p.17).

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:

Las categorías que se abordaron en esta investigación para su correcto análisis fueron (Tipo de agua residual industrial, y las sub categorías: pintura, Textil, y curtiembre); (Tipo de contaminante y las sub categorías: Orgánicos, Inorgánicos). (Tipo de tecnología y la sub categoría aquellas que emplean tratamientos físicos, químicos, biológicos y mixtos) (Ver anexo 01 de matriz de categorización).

3.3 Escenario de estudio:

Es el ámbito académico científico, donde se viene investigando las tecnologías para el tratamiento de aguas residuales industriales según sus diversas fuentes de origen, el cual comprende prioritariamente las fuentes de artículos científicos en bases de datos indexadas.

3.4 Participantes:

Para esta revisión sistemática, se consideró como participantes a todos los artículos científicos indexados en revistas científicas de impacto y contenidas en bases de datos confiables como Science Direct, Scielo, Redalyc, Researchgate, Springer, BiblioMed, ieeexplore, que fueron seleccionados usando criterios de inclusión preestablecidos según los lineamientos de la guía de investigación de la UCV; la cual contempla que para seleccionar los elementos que se incluirán en la investigación, estos deben poseer características comunes (criterios de selección: inclusión y exclusión), las mismas que permitieron realizar las generalizaciones a partir de la observación del objeto de estudio.

Tabla 1. *Criterios de inclusión para búsqueda de información de tecnologías para tratamiento de aguas residuales de industrias de pintura, textil y curtiembre.*

Aspectos	Criterios de inclusión
Tipo de diseño de investigación	Aquellos artículos científicos que sean de tipo experimental, según el área de estudio de ingeniería ambiental (Linares, et al., 2018, p.501).
Tipo de contaminante específico	Contaminantes orgánicos (Materia orgánica, DBO, DQO). Contaminantes inorgánicos (Pb, Cr, Al).
Eficiencia	Tecnologías con eficiencia mayor 90%.
Antigüedad de la información	Según la guía de investigación UCV 2020 (p.31), solo se incluirá fuentes de los últimos 7 años.
Idioma	Solo se empleará literatura en inglés y en español.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En cuanto a las técnicas que se emplearon para esta investigación se usó análisis documental, en el cual nos hace referencia a una indagación que ayudará a ver el funcionamiento y la veracidad de dichos documentos, este método nos describe que la información debe ser estudiada, seleccionada y ubicada de manera meticulosa para el recojo de información, con el fin de que permitan el cumplimiento de los objetivos de la investigación. (Bencardino, 2019, p. 15). Los instrumentos que se emplearán para el recojo de la información fueron las fichas de investigación bibliográficas y fichas de contenido para el origen de la indagación de las fuentes. Para ello, las fichas bibliográficas hacen referencia a las fichas que incluyeron información, ya sea de libros, artículos científicos, etc., que presenten relación con el tema a estudiar. Estas fichas se utilizaron especialmente para libros, artículos que sirven para la investigación. En estas se consignó las fuentes encontradas (Gallego et al., 2016, p. 11).

Asimismo, las fichas de contenido son los instrumentos que se emplearon para reunir información, recolectar ideas de manera breve y selectiva extraída de textos, documentos, revista o artículos, de manera que, al tener organizado un fichero facilito encontrar la información de manera rápida, el cual nos permitió elaborar el proyecto de investigación que queremos realizar.

3.6 Procedimiento:

El procedimiento para la recolección de información se realizó inicialmente con la búsqueda mediante la plataforma TRILCE de la UCV (Ver anexo de búsqueda en biblioteca digital de la UCV), que consta en adaptar el tema de investigación, identificar las palabras claves, seleccionar la información mediante criterios de inclusión-exclusión, para luego extraer la información mediante instrumentos de recolección de datos, después se llevará a cabo la interpretación y discusión bajouna comparación por pares y triangulación. Finalmente, las conclusiones. En el siguiente cuadro se representatodas las etapas.

Tabla 2. *Procesos de búsqueda de información.*

N°	Etapas	Definición	
1	Proceso de búsqueda.	Adaptar el tema de la investigación.	
		Identificar las palabras claves (ver Tabla3.)	
2	Criterios de Inclusión y exclusión	Mediante los criterios que el investigador asume para hacer un filtro de la información que se incluirá en el artículo de revisión (Ver tabla 1).	
3	Proceso de extracción de información	Síntesis	Cuadro resumen. Fichas de investigación.
4	Interpretación y discusión.	Comparación, triangulación.	Gráficos descriptivos.
5	Conclusiones		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. *Palabras claves utilizadas para la investigación.*

Base de datos	Conectores	Palabras claves
ScienceDirect, Researchgate, Springer, BiblioMed, ieeexplore	O, Y, NOT	"Industrial wastewater technologies" tannery effluents, textile wastewater, paint industry effluents".
Redalyc, Scielo	OR, AND, XOR, NOT	"tecnologías, aguas residuales, industriales, efluentes de curtiembre, aguas residuales textiles, efluentes de industria de pintura".

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. *Conectores lógicos empleados para la búsqueda (Vásquez y Gabalán, 2017, p.8).*

Operadores booleanos o lógicos	Forma de trabajo
AND	Situar adecuadamente los artículos que porten todos los términos que se buscan específicamente.
OR	Situar adecuadamente los artículos que porten cualquiera de los términos especificados.
NOT	Situar adecuadamente los artículos que porten el primer término de la búsqueda, pero no el segundo.
XOR	Situar adecuadamente los artículos que porten cualquiera de los términos detallados, pero solo uno de ellos, no ambos.

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Rigor Científico:

Este trabajo de revisión sistemática realizó reconstrucciones teóricas con el objetivo de establecer la coherencia entre las interpretaciones de los distintos autores. A su vez, busco la consistencia lógica fundamentada en la calidad de los proyectos de investigación consultados en cuanto al método empleado para obtener los hallazgos del alcance de los estudios, las inconsistencias encontradas, evitando así el sesgo o subjetividad de los resultados. Asegurando la validez externa e interna. (Galeno, 2020, p. 91). Para ello se tiene la credibilidad: se reconoce cuando los descubrimientos son “reales” o “verídicos”, tanto por las participantes en el estudio, como por las que han experimentado el fenómeno estudiado. Transferibilidad: Probabilidad de que los resultados sean llevados a otros contextos o asociaciones en estudios posteriores. Conformabilidad: Imparcialidad al analizar y al interpretar la información, que se alcanza cuando otros investigadores pueden seguir “la pista” y llegar a hallazgos semejantes. Autenticidad: Los investigadores logran expresar realmente su sentir.

3.8 Método de análisis de datos:

Para el análisis de datos se empleó herramientas estadísticas descriptivas para evidenciar las tendencias en el campo de estudio, las principales fuentes de la información, países, temática, tecnologías más eficientes por contaminante, etc.; para analizar los resultados de las investigaciones se empleó una comparación por pares y triangulación.

3.9 Aspectos Éticos:

En esta investigación se usó el conocimiento, que es producto de la ciencia, en donde se requiere comportamientos éticos del investigador, por ello se garantizó el respeto, la veracidad y confiabilidad de los datos, los cuales se manejaron con discernimiento y sensatez para este proyecto en la tabulación objetiva de los mismos y la presentación de la información de manera clara. También en esta investigación se consideraron los 2 principios éticos: El principio de autonomía donde el investigador posee una capacidad autónoma de decidir según su criterio. También, se respetó el principio de beneficencia, debido a que esta investigación busca una obligación moral en beneficio de la comunidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos tras la revisión sistémica realizada para determinar las tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pintura y curtiembre.

Tabla 5. *Caracterización del agua residual de la industria de textil.*

Parámetros	Unidades	Concentracion		
		(Gilpavas et al., 2018, P.159).	(Romero, Rodríguez y Maso, 2016, P.2).	(Guillen, et al., 2020, P.4).
DBO ₅	(mg/l)	36,5	300	619
DQO	(mg/l)	420	522	1407,9
Solidos S.T.	(mg/l)	1341	5000	608
COT	(mg/l)	124	****	****
Grasas y Aceites	(mg/l)	***	*****	51,9
Dureza Cálcica	(mg/l)	****	82	****
Turbidez	NTU	308	****	526,96
Alcalinidad (CaCO ₃)	(mg/l)	****	304	****
Conductividad	Us/Cm	4250	****	*****
pH		7,6	9,5	****
Temperatura		****	35,5	****

En la tabla 5 se muestran los parámetros que caracterizan a un efluente típico de la industria textil en diferentes partes del mundo, donde los parámetros más elevados corresponden a la DQO con valores que varían desde 420 hasta 1407 mg/l, mientras que los SST pueden llegar hasta 5000 mg/l y para la turbidez el rango esta entre 308 y 526, 96 NTU.

Tabla 6. Caracterización del agua residual de la industria de pintura.

Parámetros	Unidades	Concentración				
		(Cristancho y Noy, 2016, p.23).	(Loor y Pizarro, 2019, p.65).	(Rodas, 2016, p.50).	(Nar, Manu y Azhoni, 2021, p.2).	(Riveros, 2018, p.3).
DBO ₅	(mg/l)	2700	2010	2458	960-968	1750
DQO	(mg/l)	12238	36925	46500	4438-25100	10241
Sólidos Suspendidos Total	(mg/l)	6434	62500	207000	220-1200	16687
Grasas y Aceites	(mg/l)	13	332	5	22-138	89
Dureza Cálctica	(mg/l)	42	*****	*****	*****	
Turbidez	NTU	*****	261400	*****	*****	>1000
Color Real	Pt/Co	*****	29300	1030000	*****	*****
Conductividad	Us/cm	*****	1739	*****	*****	*****
pH		*****	*****	9,91	*****	*****
Temperatura	°C	*****	*****	*****	30-45	*****
Aluminio	(mg/l)	*****	*****	*****	*****	117,5

En la tabla 6 se muestran los parámetros que caracterizan a un efluente típico de la industria de pintura en diferentes partes del mundo, donde los parámetros más elevados corresponden al DBO₅ con valores que van desde 960 hasta 2700 mg/l. Otro parámetro que presenta elevados valores es la DQO con valores que varían desde 4438 hasta 46500 mg/l, mientras que los SST pueden llegar hasta 207000 mg/l. A su vez, se presentan parámetros característicos como la turbidez y el color, con valores de hasta 1030000 como unidades Pt/Co y 261400 NTU respectivamente.

Tabla 7. Caracterización del agua residual de la industria de curtido.

Parámetros	Unidades	Concentracion			
		(Maharaja et al., 2017, p.50).	(Bharagava et al., 2018, p.13).	(Parveen, Bharose y Singh, 2017, p.1883).	(Umayiakunjaram y Shanmugam, 2016, p.788).
DBO ₅	(mg/l)	2160	437	1248-896	
DQO	(mg/l)	*****	1427	3154-2857	11224-12898
Solidos Suspendidos Totales	(mg/l)	69210	2215	16500-9500	8590-12930
Dureza total	(mg/l)		*****	1290-1160	940-1746
Cloruro	(mg/l)	54677	*****	3124-1163	*****
Conductividad	ms/cm	*****	11,68	1489-1143	*****
Metales pesados Cr	(mg/l)	*****	8,68	68,01-38,6	*****
Fosfato	(mg/l)	521	118	*****	*****
pH		6,72	8,2	10,5-9,15	*****
Temperatura	°C	*****	32	*****	*****

En la tabla 7 se muestran los parámetros que caracterizan a un efluente típico de la industria del curtido en diferentes partes del mundo, donde los parámetros más elevados corresponden a los SST que pueden llegar hasta 12930 mg/l, a su vez, para la DQO el rango vario de 1427 hasta 12898 mg/l. También se tiene la presencia de cloruros, dureza total y conductividad elevada con valores de 3124 mg/l, 1746 mg/l y 1489 ms/cm respectivamente.

Tabla 8. Tecnologías empleadas para el tratamiento de ARI de textilera.

Tipo de Tecnología	Proceso	Efluente tratado	Resultados	Parámetros del proceso	Costo por m ³ de efluente	Escala de trabajo	Autor
Tratamiento químico	Electroquímico (electro-Fenton (EF) utilizando electrodos de grafito.)	Aguas residuales textiles de producción de hilados y tejidos sintéticos.	89% de eliminación de color, 93% de DQO y 58% de TOC	pH 3,0; intensidad de corriente de 0,55 A; Tiempo: 30 min	.....	Nivel de laboratorio	(Ayşe, Ayşem y Feryal, 2021)
Tratamiento biológico	Biodegradación enzimática por mo.	Aguas residuales de la industria textil (TIWW)	Decoloración de tinte CR, DQO, DBO y concentración de fenol en 99,67%; 90,38%; 86,02% y 68,55% respectivamente	12 h	.....	Nivel de laboratorio	(Roop et al., 2021)
Tratamiento combinado	Cavitación hidrodinámica (HC), electro-Fenton y separación por membrana.	Aguas residuales de la industria textil de teñido de algodón.	Remoción de TOC 67%	240 min	.....	Planta piloto	(Bhaskar et al., 2021)
Tratamiento químico	Proceso electroquímico[electrodos de Fe (ánodo) y Ss (cátodo)]	Aguas residuales de la industria textil	Eliminación de color en 99,0%.	Tiempo: 15 minutos; pH: 8,27; Intensidad de corriente: 1 A	0,401 \$ / m ³	Nivel de laboratorio	(Önder, İsmail, 2020)
Tratamiento químico	Proceso de coagulación / floculación	Muestras de agua turbia añadiendo caolín al agua.	Eliminación de DQO y porcentaje de eliminación de turbidez en 58.3% ± 0,2 y 85,4% ± 0,5 respectivamente.	[FeCl ₃] = 320,0 mg / l; [CP] = 10000 mg / l; pH 5,0	Tratamiento económico	Nivel de laboratorio	(Ferreira et al., 2016)
Tratamiento físico	Biosorción por biomasa	Solución artificial con diferentes tintes: Rojo reactivo 141 (RR-141) y Reactive Blue 19 (RB-19)	La eficiencia de eliminación de tintes fue 92,97% y 84,63% para Rojo reactivo 141 (RR-141) y Reactive Blue 19 (RB-19) respectivamente.	Concentración inicial de colorante de 100 mg / l. biomasa de (1-3 g / l) para tratar colorante RR-141 y 1-6 g / l, para el	Tratamiento económico	A nivel de laboratorio	(Ruscasso et al., 2016)

				colorante RB-19. El pH 7,0.			
Tratamiento combinado	Multi etapa: post-etapa I tratamiento físico-químico, postetapa II proceso de oxidación avanzada fotocatalítica (AOP), separación de nanomateriales y filtración por ósmosis inversa	Aguas residuales del tanque de compensación de una unidad de teñido de algodón	Eliminación del 91% de la DQO y del 95% de DBO; Eliminación completa de la dureza.	5 horas, pH de la muestra al ingreso de la etapa I fue de 7,62; a la salida fue de 9.5	1,55 USD / m ³	Planta piloto capacidad de 100 l/día	(Bahadur y Bhargava, 2019)
Tratamiento físico	Adsorción mediante ensamblaje capa por capa (LbL) para la separación de micro contaminantes orgánicos del agua.	Efluente sintético: compuesto por negro reactivo 5 (RB5), verde reactivo 19 (RG), rojo reactivo 120 (RR), marrón reactivo 10 (RB), naranja ácido (AO), violeta de metilo 2B (MV) y violeta de etilo (EV)	Reducción del contenido de tinte (81%), DQO (84%) y TDS. Capacidad de adsorción de LCF de 18,40 mg de contaminante / g de adsorbente.	Concentración de soluciones de tinte de 100 ppm, pH 3, 400 rpm. Adsorbente LCF (0,5 g – 3 g), volumen de trabajo 100 ml	.....	Nivel de laboratorio	(Lidiya et al., 2019)
Tratamiento combinado	Coagulación química (CQ) seguida de procesos avanzados de oxidación (PAO) Fenton (H ₂ O ₂ /Fe ²⁺) o foto-Fenton (UV/H ₂ O ₂ /Fe ²⁺) intensificados con radiación de ondas de ultrasonido (US) de baja frecuencia.	Agua residual textil del final del proceso de lavado, desengomado y Tinturado de una empresa del sector textil,	Remoción: 99 % de turbidez y 95 % de (DQO)	Dosis óptima de coagulante (Al ₂ [SO ₄] ₃): 800 mg/l Tiempo de reacción: 90 min. pH: 3.	.....	Nivel de laboratorio	(Gilpavas et al., 2018)

En la tabla 5 se presentó la caracterización fisicoquímica de los efluentes de la industria textil, donde se puede apreciar que los parámetros más críticos son la DBO₅, DQO, Solidos S.T. y turbidez, cuyos valores llegan a alcanzar hasta los 619 ppm, 1407,9 ppm, 5000 ppm y 526,96 NTU respectivamente (Gilpavas et al., 2018, p.159; Romero, Rodríguez y Maso, 2016, p.2; Guillen, et al., 2020, p.4). Es así, que tras identificar los parámetros críticos para este tipo de efluentes se orientó la búsqueda hacia los

trabajos académicos que presentaron tecnologías que se enfocan en la eliminación y reducción de estos parámetros. No obstante, se pudo identificar diversas tecnologías (Tabla 9) que se vienen empleando con éxito para tratar estos contaminantes. Dichas tecnologías se clasificaron según el tipo de tratamiento empleado (físico, químico, biológico, combinado o mixto) (Barrios et al., 2015; Miranda, Ubaque y Pinzón, 2015). Dentro de las tecnologías que eliminan con éxito concentraciones altas de DQO y DBO en efluentes reales a una escala piloto, se identificó a tecnologías de tratamiento combinado multi etapa, iniciando con una pre-etapa que aplica tratamiento físico-químico, para luego ingresar a una postetapa que emplea proceso de oxidación avanzada fotocatalítica (AOP), una separación de nanomateriales y finalmente filtración por ósmosis inversa, logrando reducir hasta un 91 y 95% respectivamente los contaminantes mencionados en tan solo 5 horas y a un costo aproximado de 1,55 USD / m³ de efluente crudo (Bahadur y Bhargava, 2019). Esta tecnología resulta favorable debido a que logra buenos resultados asociados a las multietapas que presenta, permitiendo incluso la reutilización del agua tratada y no generando residuos posteriores al tratamiento y cuyos resultados se extrapolan a escala piloto. También se identificó a la tecnología que emplea tratamientos biológicos mediante biodegradación enzimática por mo., logrando la reducción de diversos contaminantes como la coloración de tinte (CR), DQO, DBO y concentración de fenol hasta 99,67%; 90,38%; 86,02% y 68,55% respectivamente al cabo de 12 horas de contacto (Roop et al., 2021). Dicha tecnología se presenta atractiva en la eliminación de diversos contaminantes y en un alto porcentaje. Sin embargo, los resultados obtenidos aún se manejan a escala de laboratorio. A su vez, las tecnologías que emplean tratamientos químicos mediante procesos electroquímico (electro-Fenton (EF) utilizando electrodos de grafito.) lograron remover 89% de color, 93% de DQO y 58% de TOC en tiempo corto de 30 minutos (Ayşe, Ayşem y Feryal, 2021), dicho tratamiento fue similar al empleado por Önder y İsmail, (2020) que se aplicó al mismo tipo de efluentes, pero se enfocaron en la reducción de color como respuesta a un costo de 0,401 \$ / m³. Las ventajas que presentan estas tecnologías basadas en procesos químicos residen en el tiempo, ya que los tiempos de contacto de este tipo de tratamientos es sumamente corto; sin embargo, presentan un inconveniente con la gran generación de lodos después del tratamiento, los cuales se deben de atender como un problema posterior.

Tabla 9. Tecnologías empleadas para el tratamiento de ARI de pintura.

Tipo De Tecnología	Proceso	Efluente tratado	Resultados	Parámetros del proceso	Costo por m ³ de efluente	Escala de Trabajo	Autor
Tratamiento fisicoquímico	Coagulación-floculación utilizando policloruro de aluminio (PAC) como coagulante y poliacrilamida aniónica (PAM) como floculante.	Residuos de un depósito de agua de una planta de producción de pintura (efluentes color rosa).	Reducción: DBO: 78,6 (mg / l); DQO: 90,6 (mg / l); TSS: 99,9(mg / l); Aluminio: 99,9 (mg / l)	Caudal de tratamiento: 3 m ³ /h Dosis: 1.200 ppm de PAC y 2 ppm de PAM, y tiempo de retención hidráulica: 5 h.	.....	Planta piloto	(Riveros, 2018).
Tratamiento combinado	Coagulación natural (Moringa oleífera) fortificado con sales de nitrato y cloruro + asociación de proceso de flujo electrolítico en reactor de filtro prensa con un electrodo de diamante dopado con boro.	Aguas residuales de pintura a base de agua (WBP)	% eliminación de olor fuerte y el 85% de la carga orgánica.	Dosis: 80 ml de MOAE (50 g / l de MO y 0.125 mol / l de Ca2p) por cada litro de aguas residuales pH: 6,5. Densidad de corriente límite (35 mA / cm ²) Tiempo de electrólisis: 90 min	.....	A nivel de laboratorio	(Barbosa et al., 2018).
Tratamiento combinado	Procesos de coagulación química y foto-Fenton solar	Aguas residuales de industria de pintura sin tratar	Eliminación de materia orgánica y olor 100% reducción de m.o. y olor	Dosis: 8 mL de coagulante (cloruro férrico) /l de aguas residuales. Concentración: de Fe ²⁺ y H ₂ O ₂ de 105 mg l ⁻¹ y 2.0 g l ⁻¹ respectivamente	.....	A nivel de laboratorio	(Ferreira et al., 2019).
Tratamiento biológico	Reactor anaeróbico de manto de lodo granular (GSB) + un reactor de biofilm portador aeróbico(CBR) y un biorreactor de lodo activado aeróbico (ASB)	Aguas residuales de pintura recogidas de un fabricante de pintura en un parque industrial de China.	Eliminación de DQO hasta el 99%	Alimentación de aguas residuales combinadas (DQO 25,951 mg / l). Superficies específicas de medios (hasta 335 m ² /metro ³)	El tratamiento generó un costo operativo de 14 a 21 USD / m ³	A nivel de laboratorio y a gran escala	(Show et al., 2020).

Tratamiento químico	Proceso de electrocoagulación continua y proceso por lotes	Agua de lavado de la industria de la pintura	Eficiencia de remoción, demanda química de oxígeno (DQO) y la eliminación de Aluminio: 68% y 79,8% respectivamente (por lotes) y de (69,7% y 62,1% en sistema continuo)	Electricidad 16,53 kWh / m ³ en el proceso discontinuo y 12,53 kWh / m ³ en el proceso continuo. Consumo de material del electrodo (Al-anódo+Fe-cátodo) en el lote y continuo: 0.083 kg / m ³ y 0.033 kg/m ³ , respectivamente. Área de efecto total: 307,2 cm ³ .	1,63 € / m ³ para el lote y 1,19 € / m ³ para el sistema continuo		(Rajaniemi et al., 2020).
Tratamiento físico	Proceso de adsorción mediante columna de lecho fijo	Aguas residuales de la industria de pinturas a base de agua sintéticos	96% de eliminación de color.	Concentración inicial en el efluente de 3100 mg/l; altura del lecho 23, 68 cm; Velocidad de flujo: 5 cc / min Capacidad de adsorción del material: 57 mg/g	.....		(Vishalia, Mullaib y Karthikeyanc, 2019).
Tratamiento físico	Proceso de adsorción por carbón activado	Aguas residuales de la industria de pinturas	% de eliminación en aguas contaminadas con plomo en laboratorio: (98%). Y 69,7% del ion Pb (II) en aguas residuales reales de pintura.	Concentración inicial de iones Pb (II): 102,4 mg /l Dosis de adsorbente: 1,4 g pH: 5,5.	.....		(Tessema, Adugna y Kamaraj, 2020).
Tratamiento fisicoquímico	Proceso de coagulación y floculación	Aguas residuales de una industria de pinturas ubicada en la zona industrial de Nairobi, Kenia	Remoción de: 99.2, 78.6, 100 y 99.9% de la turbidez, DQO, plomo y cromo, respectivamente.	Dosis de Maerua 0.8 a 1,2 kg m ⁻³ . pH: 5. Tiempo de asentamiento: 48 a 60 min.	.....	A nivel de laboratorio	(Kakoi et al., 2017)

Tratamiento biológico	Biorreactor de oxidación por contacto multinivel incluye seis tanques biológicos.	Aguas residuales de pintura	Tasa de remoción total, de DQO y sólidos suspendidos (SS) de 84% y 82,5% respectivamente. Tiempo de Retención Hidráulica(HRT): 8 horas.	Oxígeno disuelto: (2.0-4.0 mg / l). Temperatura del agua: (25- 30).		A escala piloto(80 litros)	(Zhu et al., 2017)
-----------------------	---	-----------------------------	---	---	--	----------------------------	--------------------

En la tabla 6 se presentó la caracterización fisicoquímica de los efluentes de la industria de pintura, donde se puede apreciar que los parámetros más críticos son la DBO₅, la DQO, los SST, turbidez y color real, cuyos valores llegan a alcanzar hasta los 2700 ppm, 46500 ppm, 207000 ppm, 261400 NTU y 1030000 Pt/Co respectivamente (Cristancho y Noy, 2016, p.23; Loo y Pizarro, 2019, p.65; Rodas, 2016, p.50; Nar, Manu y Azhoni, 2021, p.2; Riveros, 2018, p.3). Tras identificar los parámetros críticos para este tipo de efluentes se orientó la búsqueda hacia los trabajos académicos que presentaron tecnologías que se enfocan en la eliminación y reducción de estos parámetros. Es así, que se pudo identificar diversas tecnologías (Tabla 9) que se vienen empleando con éxito para tratar estos contaminantes, las cuales se clasificaron según el tipo de tratamiento empleado (físico, químico, biológico, combinado o mixto) (Barrios et al., 2015; Miranda, Ubaque y Pinzón, 2015). Dentro de las tecnologías que emplean tratamientos biológicos se pudo identificar al reactor anaeróbico de manto de lodo granular (GSB) + reactor de biofilm portador aeróbico(CBR) y biorreactor de lodo activado aeróbico (ASB) como una alternativa eficiente en la remoción de DQO en efluentes reales de pintura con valores iniciales elevados (25951 mg / l), reduciendo hasta en un 99% del valor inicial y con un costo operativo de 14 a 21 USD / m³ de efluente (Show et al., 2020). Dicho tratamiento se estudió inicialmente a eescala de laboratorio y luego se extrapolo a gran escala, logrando resultados similares, lo que demuestra la gran efectividad que esta tecnología tiene para atender a la problemática planteada en este tipo de efluentes. En tanto, otra tecnología que también presenta altos porcentajes de remoción de DQO en efluentes reales de pintura es la que emplea tratamientos químicos mediante procesos de electrocoagulación reduciendo hasta un 79,8% los valores iniciales del contaminante a un costo operativo de 1,63 € / m³ y con un tiempo de operación bastante corto comparado al empleado en los procesos biológicos (Rajaniemi et

al., 2020). No obstante, el sistema de oxidación por contacto biológico en biorreactor de oxidación por contacto multinivel constituido por seis tanques biológicos y tratando efluentes crudos de pintura presento tasas de remoción total de DQO y sólidos suspendidos (SS) de 84% y 82,5% respectivamente y con HRT corto de 8 horas y con una capacidad a escala piloto de 80 litros. Dentro de las bondades de esta tecnología, el autor menciona que es capaz de reducir eficientemente el exceso de producción de lodos debido a que la composición del efluente a la entrada de cada biorreactor es diferente dando como resultado un tipo diferente de lecho microbiano que ira cambiando y evolucionando continuamente, formando así una cadena alimentaria compleja donde los microbios de alto nivel trófico pueden aprovecharse de los microbios de bajo nivel trófico, como las bacterias y la biomasa muerta, disminuyendo así favorablemente la generación de lodo residual en el tratamiento de las aguas residuales de pintura (Zhu et al., 2017, p.7). En tanto, las tecnologías que emplean tratamiento fisicoquímico mediante proceso de coagulación y floculación empleando coagulantes naturales (*Maerua*) presentaron una remoción de contaminantes de 99.2, 78.6, 100 y 99.9% de la turbidez, DQO, plomo y cromo, respectivamente y a nivel de laboratorio.

Tabla 10. *Tecnologías empleadas para el tratamiento de ARI de curtiembre.*

Tipo de Tecnología	Proceso	Efluente tratado	Resultados	Parámetros del proceso	Escala de Trabajo	Autor
Tratamiento biológico	Membrana Anaeróbica Sumergida de lámina plana (0.4 lm) Biorreactor (SAMBR) aclimatado con lodos de semillas anaeróbicos	Aguas residuales crudas de curtiduría	Eliminación de DQO (90%)	Tamaño de poro: 0,4 um. Área total de la membrana: 0,25 m ² Espesor: 8 mm. Material de membrana: fluoruro de polivinilideno (PVDF). Volumen de líquido efectivo del reactor: 80 L. Volumen del espacio de cabeza: 10% del volumen total del reactor. Concentración del efluente: 11200 y 12900 ppm. TRH: 40 h.	El SAMBR de construyo a escala piloto	(Umayyakunjaram y Shanmugam, 2016).
Tratamiento físico	Adsorción por carbón activado	Efluente sintético	Eliminación completa (100%) de los contaminantes MG, Cr (VI) y 2,4-D.	La capacidad de adsorción de monocapa del adsorbente fue: 231,34 mg / g; 86,26 mg / g y 20,09 mg / g para MG, Cr (VI) y 2,4-D respectivamente. concentración inicial de adsorbato: 25 a 1000 mg.l ⁻¹ . Agitación: 150 rpm. Tiempo: 24 h.	A nivel de laboratorio	(Ramya et al., 2016).
Tratamiento biológico	Bioreactor secuencial óxico-anóxico (SOAR) utilizando bacterias halófilas 3 y bacterias filamentosas (FB).	Agua residual salina, licor de remojo, recolectada de una curtiduría comercial en Chennai	Eliminación de (DQO), (DBO) y sólidos suspendidos: 36,8%, 31,2% y 72,6% respectivamente.	TRH: 12 h. Concentración del efluente (TDS): del 6 al 7% (p / v). Volumen total del reactor: 3,6 l.	A nivel de laboratorio	(Maharaja et al., 2017).

Tratamiento físico	Filtración por membrana (nanofiltro de carboximetilcelulosa) sulfatada mediante reticulación de glutaradehído (GA) soportada sobre membrana de polisulfona (SCMC-GA-NF)	Aguas residuales de las curtidurías de la ciudad de Tabriz.	Eliminación de Cr (VI): 79,85%	Presión: 2 a 6 bar pH: 5,6 a 7,5	A nivel de laboratorio	(Gasemloo et al., 2019).
Tratamiento físico	Adsorción por diatomitas cargadas con nano partículas de PEI-NP.	Efluentes de tenería real	Concentración final de cromo: 1,34 mg / l.	Concentración inicial de cromo: 200 mg / l. Caudal: 1 ml / min Altura del lecho: 7,5 cm para diatomitas limpias y diatomitas cargadas con PEI-NP. pH: <6	A nivel de laboratorio	(Hethnawi et al., 2020).
Tratamiento físico	Adsorción por nano partículas de Fe magnético desnudo Fe ₃ O ₄	Aguas residuales de curtido que contienen cromo	Eficiencia de eliminación de Cromo: 98,5% Concentración de cromo de salida: 0,2 mg / l	Concentración inicial de cromo: 456,20 mg / g. pH óptimo: 8. Caudal: 18 L / h Tiempo: 8 h	Escala piloto	(Li et al., 2021).
Tratamiento físico	Adsorción por nano partículas de óxido de hierro (Fe ₂ O ₃) y nano partículas de óxido de magnesio (MgO)	Aguas residuales de efluentes crudos de curtidurías	Reducción de DQO: 97,5% y 95,0% Reducción de Cr: 87,06	.....	A nivel de laboratorio	(Fouda et al., 2021).
Tratamiento físico	Filtración por filtros de olla de cerámica	aguas residuales de las curtidurías	Reducción de DQO: 78,37%. DBO: 91,66%. Cloruro: 88,77%. Nitrate: 49,07%. Sulfato: 82,97%), TDS: 86,84%. TSS: 8,70%	.....	A nivel de laboratorio	(Mustapha et al., 2021).

Tratamientos combinados	Oxidación avanzada asistida por ultrasonido utilizando dos oxocatalizadores, a saber, óxido de zinc y dióxido de silicio		Reducción de DQO, DBO y TDS mediante dióxido de silicio bajo ultrasonido: 88%, 89% y 88% respectivamente. Reducción de DQO, DBO y TDS mediante óxido de zinc indicó una reducción del 89%, 85% y 88% respectivamente.	Potencia de energizado mediante ultrasonidos: 20 W a 100 W. Frecuencia: 26 kHz. Tiempo de reacción: 40 a 120 min.	(Jeganathan et al., 2020).
-------------------------	--	--	--	---	-------	----------------------------

En la tabla 7 se presentó la caracterización fisicoquímica de los efluentes de la industria de curtiembre, donde se puede apreciar que los parámetros más críticos corresponden a los SST que pueden llegar hasta 12930 mg/l, a su vez, para la DQO el rango vario de 1427 hasta 12898 mg/l. También se tiene la presencia de cloruros, dureza total y conductividad elevada con valores de 3124 mg/l, 1746 mg/l y 1489 ms/cm respectivamente. Es así, que tras identificar los parámetros críticos para este tipo de efluentes se orientó la búsqueda hacia los trabajos académicos que presentaron tecnologías que se enfocan en la eliminación y reducción de estos parámetros. No obstante, se pudo identificar diversas tecnologías las cuales se presentan en la Tabla 9. Estas tecnologías se vienen empleando con éxito en el tratamiento de dichos parámetros, las cuales se clasificaron según el tipo de tratamiento empleado (físico, químico, biológico, combinado o mixto) (Barrios et al., 2015; Miranda, Ubaque y Pinzón, 2015). Dentro de las tecnologías que emplean tratamientos físicos, se identificó al proceso de adsorción por nano partículas de óxido de hierro (Fe_2O_3) y nano partículas de óxido de magnesio (MgO) que logra una reducción de DQO entre un 97,5% y 95,0%; además un 87,06 % de reducción de Cr (Fouda et al., 2021). A su vez, se identificó a la tecnología que emplea tratamiento físico mediante filtración por filtros de olla de cerámica como una buena alternativa para remover múltiples contaminantes (DQO: 78,37%. DBO: 91,66%. Cloruro: 88,77%. Nitrato: 49,07%. Sulfato: 82,97%. TDS: 86,84%. TSS: 8,70%) (Mustapha et al., 2021). Mientras que entre las tecnologías que emplean tratamientos combinados se encontró a los procesos

de oxidación avanzada asistida por ultrasonido utilizando dos oxocatalizadores (óxido de zinc y dióxido de silicio), resultado exitosa para reducir DQO, DBO y TDS de efluentes de curtiduría mediante dióxido de silicio, bajo ultrasonido: 88%, 89% y 88% respectivamente y empleando óxido de zinc se redujo DQO, DBO y TDS a niveles de 89%, 85% y 88% respectivamente (Jeganathan et al., 2020). En esta tecnología la intervención del ultrasonido en las reacciones químicas da como resultado procesos intensificados con una productividad mejorada, ya que el fenómeno de la cavitación es fundamental para energizar el proceso. A su vez, las tecnologías que emplean tratamiento biológico mediante biorreactor de membrana ofrecieron muchas ventajas ya que retienen las partículas sólidas dentro del reactor, permitiendo una reducción en el tiempo de retención hidráulica (HRT) mejorando el potencial de biodegradación de contaminantes orgánicos dentro del reactor y facilitando la eliminación de DQO (90%) de aguas residuales crudas de curtiembre, trabajando a escala piloto. (Umaiyakunjaram y Shanmugam, 2016). Este último ofrece la ventaja de una buena conversión de materia orgánica en biomasa y gases como el metano y CO₂, lo que se traduce en una baja generación de lodos residuales; sin embargo los tiempos del tratamiento bordean las 40 horas. En tanto, muchos investigadores refieren que la tecnología de SAMBR es un tratamiento eficaz para aguas residuales y aguas residuales industriales de baja y alta resistencia (Umaiyakunjaram y Shanmugam, 2016).

A su vez, en cuanto a las técnicas físico-químicas los autores mencionan que estas consumen mucha energía y la inversión de capital y costos operativos son elevados. Por lo que, las aguas residuales salinas de curtiduría se tratan actualmente mediante procesos biológicos utilizando diversos microorganismos. Finalmente, el empleo de tecnologías avanzadas presenta el uso de nanopartículas como adsorbentes efectivos, a nanoescala, con alta actividad y gran área de superficie por relación de volumen (Shahrak y otros, 2017). Estas nanopartículas tienen propiedades de adsorción únicas debido a la presencia de excelentes distribuciones de sitios de superficie activa y multifuncionalidades de superficie (Qu et al., 2013). Los nanoóxidos metálicos, a diferencia de muchos adsorbentes, han demostrado una capacidad de eliminación de adsorción rápida y superior de varios materiales pesados (Hethnawi et al., 2020). Otra tecnología

que se identificó para tratamiento de aguas residuales de curtiduría que presenta alta eficiencia y bajo costo, realizada a escala piloto y a un tiempo corto de 8 horas, es la tecnología de separación magnética el cual hace que las partículas magnéticas se coagulen con el cromo en las aguas residuales, y luego el complejo de cromo de partículas se separa mediante un separador magnético, logrando una eficiencia de eliminación de cromo del 98,5% (salida: 0,2 mg / l) (Li et al., 2021). No obstante, la oxidación avanzada llevada a cabo con oxidantes fuertes como el peróxido de hidrógeno y catalizadores como el dióxido de titanio son muy efectivos, ya que el radical hidroxilo tiene una alta reactividad para la degradación de contaminantes. Sin embargo, el proceso de oxidación avanzado requiere la integración con otras técnicas para lograr la reducción deseada de contaminantes y su posible aplicación a gran escala (Jeganathan et al., 2020).

V. CONCLUSIONES

Los contaminantes característicos identificados en cada uno de los efluentes de las tres industrias estudiadas fueron la DBO, DQO, SDT,

Las tecnologías más eficientes identificadas para el tratamiento de DQO, DBO de aguas residuales de las industrias textil fueron las que emplean tratamientos combinados, tratamientos biológicos y los tratamientos químicos.

Las tecnologías más eficientes identificadas para el tratamiento de aguas residuales de las industrias de pintura fueron las que emplean tratamientos biológicos por reactor anaeróbico de manto de lodo granular (GSB) + un reactor de biofilm portador aeróbico(CBR) + biorreactor de lodo activado aeróbico (ASB) a escala piloto y biorreactor de oxidación por contacto multinivel, mientras que en las tecnologías que emplea tratamiento químico se encontró a los procesos de electrocoagulación.

Las tecnologías más eficientes identificadas para el tratamiento de aguas residuales de las industrias de curtiembre fueron las que emplean tratamientos físicos mediante adsorción por nano partículas óxido de hierro (Fe_2O_3) y nano partículas de óxido de magnesio(MgO), y filtración por filtros de olla de cerámica. En tanto, las tecnologías que emplean tratamientos biológicos por membrana anaeróbica sumergida de lámina plana (0.4 lm) Biorreactor (SAMBR) aclimatado con lodos de semillas anaeróbicos.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones para recolectar información sobre la caracterización de diversos tipos de efluentes de cada industria.
- Realizar la búsqueda de información en las principales bases de datos científicas mediante diversos keywords.
- Realizar trabajos de investigación de tipo experimentales para la caracterización de efluentes industriales crudos.
- Analizar el costo de las tecnologías empleadas en el tratamiento de efluentes en cada tipo de industria.

REFERENCIAS:

ANGULO M, Edgardo, [et al.]. Discoloration of wastewater from a paint industry by the microalgae *Chlorella* sp. Revista MVZ Córdoba, 2017, vol. 22, no 1, p. 5706-5717.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/693/69353271011/69353271011.pdf>

ANIYIKAIYE, Tolulope E., [et al.]. Physico-chemical analysis of wastewater discharge from selected paint industries in Lagos, Nigeria. International journal of environmental research and public health, 2019, [en línea], vol. 16, no 7, p. 1235. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph16071235>

AYŞE Kuleyin, AYŞEM Gök, FERYAL Akbal. Treatment of textile industry wastewater by electro-Fenton process using graphite electrodes in batch and continuous mode, Journal of Environmental Chemical Engineering, [en línea], Volume 9, Issue 1, 2021, 104782, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

ISSN 2213-3437,

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104782>.

BARRIOS Ziolo, Leonardo Fabio, [et al.]. Technologies for the removal of dyes and pigments present in wastewater. A review. Dyna, [en línea], 2015, vol. 82, no 191, p. 118-126. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532015000300015&script=sci_abstract&tlng=en

BHASKAR Bethi, [et al.]. Textile Industry Wastewater Treatment by Cavitation Combined with Fenton and Ceramic Nanofiltration Membrane, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, [en línea], Volume 168, 2021, 108540, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. ISSN 0255-2701. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108540>.

BHARAGAVA, Ram Naresh [et al.]. Caracterización e identificación de contaminantes orgánicos recalcitrantes (ROP) en aguas residuales de curtiduría y evaluación de su fitotoxicidad para la seguridad ambiental. Archivos de contaminación y toxicología ambiental, [en línea], vol. 75, 2018, no 2, pág. 259-272. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].,

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00244-017-0490-x>

BHATIA, S. C.; DEVRAJ, Sarvesh. Pollution control in textile industry. WPI Publishing, 2017.

Disponible en:
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315148588/pollution-control-textile-industry-bhatia-sarvesh-devraj>

BENCARDINO, Ciro Martínez. Estadística básica aplicada. Ecoe Ediciones, 2019.

Disponible en:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WlckEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP5&dq=este+m%C3%A9todo+nos+describe+que+la+informaci%C3%B3n+debe+ser+estudiada,+seleccionada+y+ubicada+de+manera+meticulosa+para+el+recojo+de+informaci%C3%B3n,+con+el+fin+de+que+permitan+el+cumplimiento+de+los+objetivos+de+la+investigaci%C3%B3n&ots=n8LWA45qpr&sig=qKcTDi3MkY07d82q4yhKb5KAw6E#v=onepage&q&f=false>

BAHADUR Nupur, BHARGAVA Nipun. Novel pilot scale photocatalytic treatment of textile & dyeing industry wastewater to achieve process water quality and enabling zero liquid discharge, Journal of Water Process Engineering [en línea], Volume 32, 2019, 100934, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

ISSN

2214-7144,

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100934>.

BARBOSA, Andreia D. [et al.]. Combined use of coagulation (*M. oleifera*) and electrochemical techniques in the treatment of industrial paint wastewater for reuse and/or disposal. *Water research*, [en línea], 2018, vol. 145, p. 153-161. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85053030818&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=dea2c23a932e29f98fe7a9ab7c74ebf3&sot=b&sd=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28paint+industry+wastewater+paint%29&relpos=52&citeCnt=13&searchTerm=>

CRISTANCHO Bello, Angie Juliet y NOY Ortiz, Andrés Mauricio. Diseño conceptual de una planta de tratamiento de aguas residuales para Pelikan Colombia SAS. 2016. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.

Disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/609>

DAS, Debabrata; DAS, Debayan (ed.). *Ingeniería bioquímica: un libro de texto introductorio*. Prensa CRC, 2019.

Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fzX3DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=a+bioreactor+is+a+container+in+which+a+chemical+process+occurs+that+encompasses+organisms+or+biochemically+active+substances+from+said+organisms&ots=aGp8WWmPmN&sig=VKD_Y3fQjDFxrN4wD9yHHWfokF0#v=onepage&q&f=false

DE SOUZA, Maísa Tatiane Ferreira, [et al.]. Extraction and use of *Cereus peruvianus* cactus mucilage in the treatment of textile effluents. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2016, vol. 67, p. 174-183.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.07.009>

FREITAS, T. K. F. S., [et al]. Optimization of coagulation-flocculation process for treatment of industrial textile wastewater using okra (*A. esculentus*) mucilage as natural coagulant. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 76, p. 538-544. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.027>

FARAHAT, Mohsen M.; SANAD, Moustafa MS; ABDEL Khalek, M. A. Decoration of serpentine with iron ore as an efficient low-cost magnetic adsorbent for Cr (VI) removal from tannery wastewater. *Powder Technology*, 2021, vol. 388, p. 51-62. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.04.061>

FERREIRA Da Silva, Larissa, [et al.]. Combining Chemical and Photo-Fenton Solar Coagulation Processes in the Treatment of Real Wastewater from Paint Industry. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*, [en línea], 2019, vol. 11, no 2, p. 128-132. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85067359095&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=dea2c23a932e29f98fe7a9ab7c74ebf3&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28paint+industry+wastewater+paint%29&relpos=44&citeCnt=1&searchTerm=>

FERREIRA de Souza Maísa Tatiane [et al.]. Extraction and use of *Cereus peruvianus* cactus mucilage in the treatment of textile effluents, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, [en línea], Volume 67, 2016, Pages 174-183, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. ISSN 1876-1070, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.07.009>.

FOUDA, Amr, [et al.]. Catalytic degradation of wastewater from the textile and tannery industries by green synthesized hematite (α -Fe₂O₃) and magnesium oxide (MgO) nanoparticles. *Current Research in Biotechnology*, 2021, [en línea], vol. 3, p. 29-41. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2021.01.004>

GILPAVAS, Edison, [et al.]. Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2018, vol. 34, no 1, p. 157-167.

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n1/0188-4999-rica-34-01-157.pdf>

GASEMLOO, Sima, [et al.]. Response surface methodology (RSM) modeling to improve removal of Cr (VI) ions from tannery wastewater using sulfated carboxymethyl cellulose nanofilter. *Journal of Cleaner Production*, 2019, [en línea], vol. 208, p. 736-742. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.177>

GALLEGO Hernández, Daniel, [et al.]. Traducción económica y desarrollo de competencia documental: revisión bibliográfica. 2018.

Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/88029>

GALEANO, María Eumelia. Diseño de proyectos en la investigación cualitativa. Universidad Eafit, 2020.

Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Xkb78OSRMI8C&oi=fnd&pg=PA11&dq=la+consistencia+l%C3%B3gica+fundamentada+en+la+calidad+de+los+proyectos+de+investigaci%C3%B3n+consultados+en+cuanto+al+m%C3%A9todo+empleado+para+obtener+los+hallazgos+del+alcance+de+los+estudios,+las+inconsistencias+encontradas,+evitando+++as%C3%AD+el+sesgo+o+sujetividad&ots=zsGvdNQDrR&sig=rqQIXRbYbUY5QBTT6QwSnCjJymE#v=onepage&q&f=false>

GROELE, Joseph; FOSTER, John. Interferencia del peróxido de hidrógeno en las evaluaciones de la demanda química de oxígeno de las aguas tratadas con plasma. *Plasma*, 2019, vol. 2, no 3, pág. 294-302.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/492050>

GUILLÉN Zevallos, María Ofelia [et al]. Tratamiento fisicoquímico de los efluentes del proceso de lavado de lana en una industria textil de Arequipa. Revista de la Sociedad Química del Perú, 2020, vol. 86, no 4, p. 428-438. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v86i4.312>

HAWUMBA, Joseph F.; HUNG, Yung-Tse; WANG, Lawrence K. Toxicidad, fuentes y control de selenio, níquel y berilio en el medio ambiente. En Manual de Gestión Avanzada de Residuos Industriales y Peligrosos. Prensa CRC, 2017. p. 483-512.

Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781315117423-15/toxicity-sources-control-selenium-nickel-beryllium-environment-joseph-hawumba-yung-tse-hung-lawrence-wang>

HERNÁNDEZ Escobar, Arturo Andrés. Concepción didáctica del proceso de integración de saberes en la carrera de Ingeniería Ambiental. Mendive. Revista de Educación, 2017, vol. 15, no 2, p. 143-158.

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962017000200003

HETHNAWI, Afif, [et al.]. Enhancing Chromium (VI) removal from synthetic and real tannery effluents by using diatomite-embedded nanopyroxene. *Chemosphere*, 2020, [en línea], vol. 252, p. 126523. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126523>

INOCO Gómez, Oscar, TINOCO Ángeles, Félix y MOSCOSO Huaira, Elvis Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima. *Industrial Data* [en línea]. 2016, 19(1), 33-37[fecha de Consulta 16 de Julio de 2021]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81650062005>

EGANATHAN, Saravanan, [et al.]. Comparative studies on ultrasound assisted treatment of tannery effluent using multiple oxy-catalysts using response surface methodology. *Arabian Journal of Chemistry*, 2020, [en línea], vol. 13, no 9, p. 7066-7077. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.07.012>

KAKOI, Beatrice, [et al.]. Optimization of Maerua Decumbent bio-coagulant in paint industry wastewater treatment with response surface methodology. *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 164, p. 1124-1134.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.240>

LANGONE, M. [et al.]. Evaluación de la biodegradabilidad aeróbica del agua de proceso producida por carbonización hidrotermal y efectos de inhibición sobre la biomasa heterotrófica de un sistema de lodos activados. *Revista de Gestión Ambiental*, 2021, vol. 299, pág. 113561.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721016236>

LARROTTA, Iván Yesid Hernández; HIGUERA, Susana Patricia Muñoz. Caracterización de tecnologías aplicadas al tratamiento de agua residual industrial textil. *Dinámica ambiental*, 2018, no 2, p. 56-69.

Disponible en: <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19205>

LI, Tao, [et al.]. Trivalent chromium removal from tannery wastewater with low cost bare magnetic Fe₃O₄ nanoparticles. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 2021, [en línea], vol. 169, p. 108611. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108611>

LINARES Espinós, E., [et al.]. Methodology of a systematic review. Actas Urológicas Españolas (English Edition), 2018, vol. 42, no 8, p. 499-506.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2018.07.002>

LIDIYA Mathew Mary [et al.]. Low – cost multilayered green fiber for the treatment of textile industry waste water, Journal of Hazardous Materials [en línea], Volume 365, 2019, Pages 297-305, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020].

ISSN

0304-3894,

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.11.014>.

LOOR Quijije, Carlos Víctor; PIZARRO Paredes, Petter Manuel. Depuración de aguas residuales de pintura látex vinil acrílica mediante el método de electrocoagulación. 2019. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45469>

MADHAV, Sughosh, [et al.]. A review of textile industry: Wet processing, environmental impacts, and effluent treatment methods. Environmental Quality Management, 2018, vol. 27, no 3, p. 31-41.

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/tqem.21538>

MAHARAJA, P., [et al.]. Bio removal of proteins, lipids and mucopolysaccharides in tannery hyper saline wastewater using halophilic bacteria. Journal of Water Process Engineering, 2020, vol. 38, p. 101674.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101674>

MAHARAJA, P., [et al.]. Sequential oxic-anoxic bio reactor for the treatment of tannery saline wastewater using halophilic and filamentous bacteria. Journal of water process engineering, 2017, vol. 18, p. 47-57.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.03.01>

MANI, Sujata; BHARAGAVA, Ram Naresh. Textile industry wastewater: environmental and health hazards and treatment approaches. En Recent advances in environmental management. CRC Press, 2018. p. 47-69.

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Sujata-Mani/publication/328701616_Textile_Industry_Wastewater_Environmental_and_Health_Hazards_and_Treatment_Approaches/links/5c1344a64585157ac1c079c3/Textile-Industry-Wastewater-Environmental-and-Health-Hazards-and-Treatment-Approaches.pdf

MIRANDA, Juan Pablo Rodríguez; UBAQUE, César Augusto García; PINZÓN, Janneth Pardo. Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento, 2015, vol. 19, no 46, p. 149-164.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a02>

MONDAL, Prasenjit; BAKSI, Soumyadeep; BOSE, Debajyoti. Study of environmental issues in textile industries and recent wastewater treatment technology. World Scientific News, 2017, vol. 61, no 2, p. 98-109.

Disponible en: <http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-5b361f4d-2004-4363-b2e4-a311143e4115>

MUSTAPHA, Saheed, [et al.]. Fabrication of porous ceramic pot filters for adsorptive removal of pollutants in tannery wastewater. *Scientific African*, 2021, [en línea], vol. 11, p. e00705. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00705>

NAIR, Surya; MANU, Basavaraju; AZHONI, Adani. Sustainable treatment of paint industry wastewater: Current techniques and challenges. *Journal of Environmental Management*, 2021, vol. 296, p. 113105. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721011671>

ÖNDER Kahraman, İSMAIL Şimşek. Color removal from denim production facility wastewater by electrochemical treatment process and optimization with regression method, *Journal of Cleaner Production* [en línea], Volume 267, 2020,122168, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. ISSN 0959-6526, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122168>.

PARVEEN, Shahida; BHAROSE, Ram; SINGH, Dharam. Assessment of physico-chemical properties of tannery waste water and its impact on fresh water quality. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2017, vol. 6, no 4, p. 1879-1887.

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Shahida-Parveen-3/publication/319356206_Assessment_of_Physico-Chemical_Properties_of_Tannery_Waste_Water_and_Its_Impact_on_Fresh_Water_Quality/links/59a6d8534585156873cfc059/Assessment-of-Physico-Chemical-Properties-of-Tannery-Waste-Water-and-Its-Impact-on-Fresh-Water-Quality.pdf

PÉREZ, Agustín Leiva, [et al.]. Eliminación de materia orgánica en aguas residuales textiles mediante la aplicación de ozono. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2018, p. 76-87.

Disponible en: <https://doi.org/10.46380/rias.v1i2.31>

ROMERO López, Teresita de Jesús; RODRÍGUEZ Fiallo, Humberto; MASÓ Mosqueda, Arquímedes. Caracterización de las aguas residuales generadas en una industria textil cubana. *Ingeniería Hidráulica y ambiental*, 2016, vol. 37, no 3, p. 46-58.

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000300004

RUSCASSO Florencia [et al.]. *Debaryomyces hansenii* F39A as biosorbent for textile dye removal, *Revista Argentina de Microbiología* [en línea] 2021, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. ISSN 0325-7541 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.10.004>.

QASEM, Naef AA; MOHAMMED, Ramy H .; LAWAL, Dahiru U. Eliminación de iones de metales pesados de las aguas residuales: una revisión exhaustiva y crítica. *Npj Clean Water* , 2021, vol. 4, no 1, pág. 1-15.

Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41545-021-00127-0>

RANA, Rajender Singh, [et al.]. A review on characterization and bioremediation of pharmaceutical industries' wastewater: an Indian perspective. *Applied water science*, [en línea]. 2017, vol. 7, no 1, p. 1-12. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-014-0225-3>ISSN: 0716-1115

RAMYA, V., [et al.]. Removal of toxic pollutants using tannery sludge derived mesoporous activated carbon: Experimental and modelling studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2019, [en línea], vol. 7, no 1, p. 102798. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.11.043>

RAJANIEMI, Kyösti, [et al.]. Comparison of batch and novel continuous electrocoagulation processes in the treatment of paint industry wash water. *DESALINATION Water Treat*, [en línea], volumen. 1702019, p. 394-404. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076601736&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=dea2c23a932e29f98fe7a9ab7c74ebf3&sot=b&sdt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28paint+industry+wastewater+paint%29&relpos=35&citeCnt=3&searchTerm=>

RIVEROS, R. Chemical treatment and reuse applications for latex paint industry wastewater. *Desalination and Water Treatment*, [en línea], 2018. vol.103, p. 290-295. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: [doi:10.5004/dwt.2018.21932](https://doi.org/10.5004/dwt.2018.21932)

RODAS Rodríguez, Lucía Pamela. Diseño de un protocolo para el control, prevención y tratamiento de contaminantes generados por una industria de pinturas en el área de producción base agua, base aceite y laboratorio. 2016. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/4308>

ROOP Kishor [et al.]. Environment friendly degradation and detoxification of Congo red dye and textile industry wastewater by a newly isolated *Bacillus cohnii* (RKS9), *Environmental Technology & Innovation*, [en línea], Volume 22, 2021, 101425, [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. ISSN 2352-1864, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101425>.

SALAM, Kamoru A. Hacia el desarrollo sostenible de la biosorción de microalgas para el tratamiento de efluentes que contienen metales pesados. *Revista de investigación de biocombustibles*. 2019, vol. 6, no 2, pág. 948.

Disponible en:
<https://pdfs.semanticscholar.org/84ea/70e3dda75dff291bfd518f06e8c73f4efccc.pdf>

SARANYA, D.; SHANTHAKUMAR, S. Green microalgae for combined sewage and tannery effluent treatment: Performance and lipid accumulation potential. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 241, p. 167-178.

Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.031>

SHAMSNEJATI, Sorour, [et al.]. Mucilaginous seed of *Ocimum basilicum* as a natural coagulant for textile wastewater treatment. *Industrial Crops and Products*, 2015, vol. 69, p. 40-47.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.045>

SHOW, Kuan-Yeow [et al.]. Laboratory and full-scale performances of integrated anaerobic granule-aerobic biofilm-activated sludge processes for high strength recalcitrant paint wastewater. *Bioresource technology*, [en línea], 2020, vol. 310, p. 123376. Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083463781&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=dea2c23a932e29f98fe7a9ab7c74ebf3&sot=b&dt=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28paint+industry+wastewater+paint%29&relpos=23&citeCnt=3&searchTerm=>

TESSEMA, Takele Sime; ADUGNA, Amare Tiruneh; KAMARAJ, M. Removal of Pb (II) from Synthetic Solution and Paint Industry Wastewater Using Activated Carbon Derived from African Arrowroot (*Canna indica*) Stem. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 2020.

Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/8857451>

VÁSQUEZ Rizo, Fredy Eduardo y GABALÁN Coello, Jesús. agregando valor a las ies a través de la búsqueda y selección de información. Prisma social [en línea]. 2017, (18), 592-60 2 [fecha de Consulta 16 de junio de 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353751820023>
[ISSN:19893469](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353751820023)

VISHALIA, S.; MULLAIB, P. y KARTHIKEYANC, R. Breakthrough studies and mass transfer studies on the decolorization of paint industry wastewater using encapsulated beads of Cactus opuntia (ficus-indica). Desalination and Water Treatment, [en línea], volumen. 177, 2019, p. 89-101. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85098685598&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=dea2c23a932e29f98fe7a9ab7c74ebf3&sot=b&sd t=b&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28paint+industry+wastewater+paint%29&relpos=31&citeCnt=0&searchTerm=>

ZAPANA Huarache, SV, [et al.]. Potencial de biorremediación de cromo (VI) de hongos filamentosos aislados de efluentes de la industria curtiduría peruana. Braz J Microbiol [en línea]. 2020, 1, 271-278 [fecha de Consulta 16 de Julio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00209-9>

ZHU, Tong, [et al.]. Performance of Multilevel Contact Oxidation in the Treatment of Wastewater from Automobile Painting Industry. En IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing [en línea], 2017. p. 012018. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/51/1/012018/meta>

UMAIYAKUNJARAM, R.; SHANMUGAM, P. Study on submerged anaerobic membrane bioreactor (SAMBR) treating high suspended solids raw tannery wastewater for biogas production. *Bioresource technology*, 2016, [en línea], vol. 216, p. 785-792. [fecha de Consulta 1 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.06.017>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de Consistencia

ÁMBITO TEMÁTICO	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
Tratamiento de aguas residuales de industrias textil, pinturas y curtiembre	¿Cuáles son las Tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pinturas y curtiembre?	¿Cuáles son los tipos de contaminantes presentes en las aguas residuales de las industrias textil, pinturas y curtiembre?	Determinar las Tecnologías más eficientes en el tratamiento de aguas residuales de las industrias textil, pinturas y curtiembre.	Identificar los contaminantes característicos de cada una de las tres industrias estudiadas	Tipo de contaminantes	Contaminantes orgánicos. Contaminantes inorgánicos
		¿Cuáles son las tecnologías que existen para el tratamiento de aguas de la industria textil, pinturas y curtiembre?		Seleccionar las tecnologías más efectivas para el tratamiento de cada efluente industrial evaluado		Tipo de tecnología	Tratamiento físico. Tratamiento químico. Tratamiento biológico. Tratamiento mixto.

Anexo 02. Revisión de información en la plataforma trilce de la UCV

<p>Para realizar la revisión mediante las herramientas que la universidad pone a disposición de los alumnos, se realiza mediante el campus virtual de la plataforma Trilce UCV, donde la ruta consiste en ingresar con la cuenta y contraseña Trilce del estudiante, acceder al campus virtual (ver Anexo 03) y seguir los pasos:</p>	
PASO 1	ir al encabezado superior, seleccionar la opción de servicios varios, luego se selecciona biblioteca.
PASO 2	luego se apertura una ventana donde se da click en la opción de "Biblioteca virtual" y se aperturan los diversos repositorios y bases de datos con los que cuenta la universidad.
PASO 3	Para hacer una búsqueda más exacta; se debe identificar la base de datos adecuada según la especialidad; para este caso se considera revisar la descripción que esta al pie del icono de la base de datos donde debe de figurar para la especialidad ya sea trabajos multidisciplinarios, medio ambiente, ingeniería; identificada la base de datos se hace click en el icono.
PASO 4	En la ventana que se apertura, se procede a realizar la búsqueda ingresando las palabras clave, si la base de datos está en inglés, la búsqueda se debe de realizar con las "key boards" específicas de acuerdo al tema elegido.
PASO 5	Accesado el documento, se procede a su descarga para la revisión total del artículo. La siguiente imagen muestran la ruta a seguir.

Anexo 03. Ruta empleada para la búsqueda en biblioteca digital de la UCV.

Paso 1

Paso 2

Paso 3

Paso 4

Paso 5

Textil efluente tratamiento que emplea biomasa de levadura y un nuevo biocompuesto nanomagnético

Resumen de Ciencias Integradas, Universidad Federal de São Paulo, Prof. Artur Ruedel, 275 p. - Ribeirão, São Paulo, CEP: 09972-070, Brasil.

Anexo 04. Instrumentos para la recolección de datos

FICHA TEXTUAL

Tema de Investigación: “Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales industriales: Revisión sistémica”

Subtema: Problemática de aguas residuales

Referencia Bibliográfica: Mondal, Prasenjit; Baksi, Soumyadeep; Bose, Debajyoti. Estudio de temas ambientales en industrias textiles y tecnología reciente de tratamiento de aguas residuales. World Scientific News, 2017, vol. 61, no 2, pág. 98-109.

Cita textual: La explotación intensiva de los recursos naturales, el desarrollo tecnológico desmedido, la industrialización y el proceso de urbanización de grandes áreas territoriales son fenómenos que amenazan la capacidad asimiladora y regeneradora del medio físico y biótico, el cual, si no es manejado adecuadamente puede conducir a daños irreversibles en el equilibrio ecológico en el planeta (Mondal, Baksi y Bose, 2017, p.1)

Paráfrasis: La explotación excesiva de los recursos naturales, la industrialización, el desarrollo tecnológico descontrolado y la urbanización intensiva de grandes áreas, son fenómenos ponen en peligro la capacidad asimiladora y regeneradora de los medios bióticos y físicos, con la cuál, si no es manejando con responsabilidad puede generar daños irremediables en el equilibrio Medio Ambiental en el planeta

FICHA DE COMENTARIO

Tema de Investigación: “Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales industriales: Revisión sistémica”

Subtema: Problemática de aguas residuales

Referencia Bibliográfica: MONDAL, Prasenjit; Baksi, Soumyadeep; Bose, Debajyoti. Estudio de temas ambientales en industrias textiles y tecnología reciente de tratamiento de aguas residuales. World Scientific News, 2017, vol. 61, no 2, pág. 98-109.

Comentario: Problemática ambiental que conlleva a la realización de estudios que buscan solución para disminuir contaminantes.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALCAZAR PAREDES ROSARIO DEL CARMEN, VILCAS SALDAÑA ROSA DE LOS MILAGROS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "TECNOLOGÍAS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS INDUSTRIAS TEXTIL, PINTURA Y CURTIEMBRE: REVISIÓN SISTÉMICA", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
VILCAS SALDAÑA ROSA DE LOS MILAGROS DNI: 76331486 ORCID 0000-0003-0846-7177	Firmado digitalmente por: LMVILCASV el 28-12-2021 08:58:14
ALCAZAR PAREDES ROSARIO DEL CARMEN DNI: 73893680 ORCID 0000-0002-3603-4742	Firmado digitalmente por: DALCAZARPA1693 el 28- 12-2021 08:53:43

Código documento Trilce: INV - 0568316