



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales
de curtiembre en un reactor UASB: Revisión Sistemática**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Ramos Vilela, Henry Edwar (ORCID: 0000-0003-2541-1730)

Vargas Salcedo, Gloria Hillary (ORCID: 0000-0002-1807-5612)

ASESOR:

Dr. Tullume Chavesta Milton César (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

RAMOS, Henry.

La presente tesis es dedicada en primer lugar a Dios por las grandes bendiciones que me ha reglado, a mis padres por su dedicación y constante apoyo a lo largo de mi vida, a mi esposa por ser mi fortaleza afrontando este gran reto a mi lado y a mis hijos por ser mi inspiración día a día.

VARGAS, Gloria.

Dedico esta tesis a Dios por brindarme salud y bendiciones durante el trayecto de mi vida. A mi papá (+), mamá y hermano mayor por creer en mí y darme fuerzas siempre. Al Doctor Tullume, por su dedicación y buena voluntad en este proceso y a mi círculo que siempre me respalda.

AGRADECIMIENTO

RAMOS, Henry

A nuestro padre celestial por guiarnos en este camino de sabiduría y llenarnos de fuerzas para continuar, a nuestros padres por creer en nuestra capacidad de ser buenos profesionales, a la Universidad Cesar Vallejo por ser una casa de estudios de excelencia.

VARGAS, Gloria

A nuestro asesor el Dr. Tullume Chavesta Milton César, por brindarnos los conocimientos para poder realizar el presente trabajo de investigación, a nuestra alma mater la Universidad Cesar Vallejo por formarnos profesionalmente a lo largo de toda nuestra vida universitaria, a nuestras familias por creer en nosotros y brindarnos un apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III.METODOLOGÍA	20
Tipo y diseño de investigación	22
Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	20
Escenario de estudio	22
Participantes	22
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
Procedimientos	23
Rigor científico	25
Método de análisis de información	26
Aspectos éticos	26
IV.RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos de la Industria de la Curtiembre	6
Tabla 2. Fases de la digestión anaerobia	9
Tabla 3. Parámetros de Operación del Reactor UASB	14
Tabla 4. Ventajas y desventajas del Reactor UASB	17
Tabla 5. Antecedentes de investigaciones de tratamiento de aguas residuales de curtiembre mediante uso de reactores UASB	19
Tabla 6. Matriz de categorización apriorística.	23
Tabla 7. Resumen de criterios de búsqueda	26
Tabla 8. Criterios para la búsqueda de investigaciones y toma de decisiones	27
Tabla 9. Criterios para la búsqueda de investigaciones y toma de decisiones	32
Tabla 10. Porcentaje de remoción de DQO y SST aplicados en un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujograma de curtiembre	5
Figura 2: Mecánica de la digestión anaerobia	9
Figura 3 Proceso para la evolución de la AME	11
Figura 4: Descripción secuencial del proceso del reactor UASB	12

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar la remoción de DQO y SST en un reactor UASB para la mejora en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre. De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación los parámetros de control determinados en el reactor UASB estuvieron conformado por el pH, la temperatura, TRH, concentración de AGV y alcalinidad, siendo estos los parámetros que mejorarían el tratamiento de aguas residuales de curtiembre. Así mismo, se abarco el porcentaje de remoción del DQO y SST los cuales presentaron una buena eficiencia para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre encontrándose en un rango de 70 a 80%. Por otra parte, es recomendable investigar y profundizar más sobre los rectores UASB y sus de costos de operación.

Palabras clave: UASB, Tiempo De Retención Hidráulica (TRH), Ácidos grasos volátiles (AGV), Alcalinidad, Temperatura, pH, Curtiembre, DQO, SST.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the removal of COD and SST in a UASB reactor for the improvement in the treatment of tannery wastewater. According to the results obtained in the present investigation, the control parameters determined in the UASB reactor were made up of pH, temperature, HRT, AGV concentration and alkalinity, these being the parameters that would improve the treatment of tannery wastewater. Likewise, the percentage of COD and TSS removal was covered, which presented good efficiency for the treatment of tannery wastewater, being in a range of 70 to 80%. On the other hand, it is advisable to investigate and deepen more about the UASB guiding principles and their operating costs.

Keywords: UASB, Hydraulic Retention Time (HRT), Volatile Fatty Acids (VFA), Alkalinity, Temperature, pH, Tannery, COD, SST.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional constituye uno de los fenómenos sociales más estudiados, debido a que ha ocasionado problemas ambientales graves, como lo son la contaminación de los cuerpos hídricos y su escasez son ocasionados por las diversas actividades, destacando las del sector industrial, minería y urbano, siendo el hombre el protagonista de estas alteraciones ambientales, provocando daños escalas inimaginables, (Schwarzenbach et al., 2006, p. 1072), dichas actividades emiten contaminantes en los cuerpos de aguas superficiales, una respuesta a los efluentes industriales es la biorremediación pues al no controlarse afectarían al equilibrio del ciclo acuático y por lo tanto al ecosistema (Morales, G., 2017, p. 127).

En la industria de curtiembre se generan aguas residuales, siendo estas las más contaminantes y sobre todo de metales pesados, tales como: el amoniaco, cromo, cloruros y sustancias orgánicas. Por otro lado, para el tratamiento para estas aguas residuales, se han empleado técnicas usuales, fundamentado en procedimientos fisicoquímicos, no obstante, generan un incremento significativo en el precio. (Pire et al, 2016, p. 64).

Los efluentes residuales de la industria de curtiembre provocan riesgos potenciales no solo para el medio ambiente, sino que el sector salud el cual sé ve influenciado ante este problema, debido a que contienen una elevada presencia de compuestos tóxicos potencialmente cancerígenos (Przystas, et al., 2018, p. 285-286). Por otro lado, existe la evidencia que, en un primer contacto con este compuesto alterado, presentarán efectos tales como problemas de cáncer a nivel pulmonar, provocando además defectos en el sistema renal e inmunológico. (Carreazo, et al., 2017, p.17).

Debido a que existe numerosas investigaciones, no se ha determinado un modelo estándar tomando en cuenta los aspectos de dimensiones de los reactores, inyección, régimen operativo, condiciones de puesta en marcha y operación (Mannucci, et al., 2010, p. 2).

Las aguas residuales pueden ser nocivas y se busca el mejor tratamiento para no poner en riesgo el ambiente como la salud humana, pues cerca al 80% de las enfermedades existentes en los países en vía de desarrollo son por un deficiente abastecimiento de agua. Siendo las más eficientes los tratamientos biológicos anaeróbicos y aeróbicos, siendo una alternativa viable los tratamientos fisicoquímicos, teniendo entre estas la floculación y coagulación, electroquímico, oxidación avanzada, membrana. (Llano et al, 2014, p. 74)

De acuerdo con la problemática expuesta, la presente investigación sostiene como objetivo general: Determinar la remoción de DQO y SST en un reactor UASB para la mejora en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre. Así pues, sus objetivos específicos son los siguientes:

- **Objetivo Específico 1:** Identificar los parámetros de control en un reactor UASB que influyen en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre.
- **Objetivo Específico 2:** Especificar el porcentaje de remoción del DQO y SST en un reactor UASB que incide en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre.

Por otro lado, la presente investigación pretende dar respuesta a la siguiente interrogante ¿Cuál es la remoción porcentual de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB? Por consiguiente, los problemas específicos se dividieron:

- **Problema específico 1:** ¿Cuáles son los parámetros de control en un reactor UASB que influyen en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre?
- **Problema específico 2:** ¿Cuánto es el porcentaje de remoción del DQO y SST en un reactor UASB que incide en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre?

La justificación de esta investigación tiene como finalidad contribuir al conocimiento teórico para próximas investigaciones, así pues, empleando artículos científicos y tesis que han sido realizadas con anterioridad de 5 años. Orientada en la problemática del tratamiento de aguas residuales de la industria de curtiembre, por tanto, se analiza y

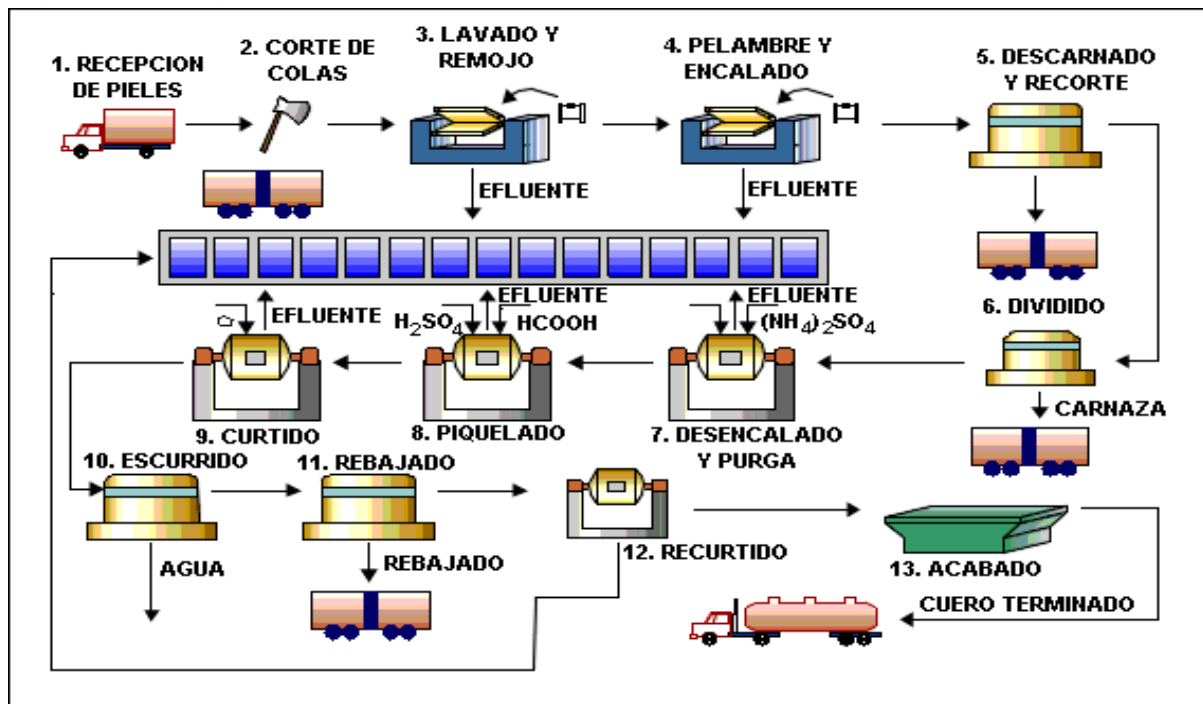
busca la mejor alternativa de tratamiento para estas aguas. Por esta razón, mediante este escrito poder brindar soluciones para mejorar la calidad de vida de generaciones futuras, así como la preservación del recurso agua.

II. MARCO TEÓRICO

La Industria de la curtiduría es el encargado de convertir la piel de un animal en un producto de difícil descomposición y con características óptimas. Asimismo, la piel recorre por una secuencia de procesos que la acondicionan y transforman hasta lograr el resultado final. Los procedimientos empleados para curtila varían según la finalidad del resultado que se requiere. El procedimiento se fracciona en una secuencia de fases, en las cuales las pieles se someten a una variedad de procesos y se va manipulando con distintos productos químicos (Rey de castro, 2013, p. 2 & Espinoza, 2018. p. 4).

En el proceso industrial la producción del cuero, se realiza generalmente como se puede observar en la Figura 1, siendo el agua el elemento fundamental en estos procesos (Corredor, 2006, p. 17).

Figura 1: Flujograma de curtiembre.



Fuente: Proceso de producción del cuero. (Pardo, A., 2013).

La calidad, cantidad y color de las aguas residuales de las curtidurías dependen del tipo y duración del proceso tecnológico. Los cuales de acuerdo a WYSTALSKA, K. y SOBIK-SZOLTYSEK, J. (2019, pp. 32) los clasifican de la siguiente manera:

Cuadro N.º 1: Procesos de la Industria de la Curtiembre

PROCESOS DE LA INDUSTRIA DE LA CURTIEMBRE	
PROCESOS	DESCRIPCIÓN
Procesos De Ribera	Es la preparación del cuero crudo en el cual se sumergen en soluciones que contienen hidróxido de sodio, sulfuro de potasio u otros agentes humectantes para aflojar y purificar las fibras.
Proceso de Calcificación	Es esta etapa se trata el cuero con cal la cual facilita la eliminación de las cerdas, la epidermis y tejido subcutáneo, dando como resultado la denominada piel, con un pH de entre 12 a 14.
Proceso de Desencalado	La piel se descalcificó con ácidos o sales ácidas, limpiando y eliminando el tejido adiposo unido a la parte interna empleando disolventes orgánicos teniendo alrededor de 7 a 8 el pH.
Proceso de Decapado	Deshidrata parcialmente los tejidos, interrumpe los procesos de digestión y corrige el pH alrededor de 3, lo que permite que penetren las sales de cromo. El baño de decapado debe contener un mínimo de 6% de cloruro de sodio para proteger las fibras de colágeno de la hinchazón bajo la influencia de los ácidos.
Proceso de Bronceado	En esta etapa se estabiliza las fibras de colágeno y se produce a través de las reticulaciones de los taninos usados. En la actualidad, el curtido combinado se utiliza comúnmente con curtido semicrómico y cromo con el uso de sales de cromo (compuestos alcalinos de Cr (III)), lo que facilita la penetración de los taninos en la piel
Proceso de Cepillado o Biselado	La piel se somete a tratamientos para reducir el contenido de agua con el fin de facilitar el mecanizado.
Procesamiento del Cuero	Se lleva a cabo una neutralización para corregir el pH por procesos secuenciales en acabados húmedos. Seguidamente se realiza el recurtido, teñido, el lavado de pieles con la finalidad de retirar la grasa y finalmente el secado y acabado, garantizando las características específicas del producto.

Fuente: Elaboración propia.

Los contaminantes sin un tratamiento adecuado pueden contaminar el agua superficial, el agua subterránea y el suelo. Como resultado, existe una creciente preocupación medioambiental contra el curtido de la actividad industrial. Las aguas residuales de la curtiduría en su conjunto o las aguas residuales de procesos individuales deben ser tratadas. Las aguas residuales de la curtiduría se pueden tratar utilizando métodos fisicoquímicos o biológicos. (Mekonnen et al., 2017, p. 231).

Los procesos industriales involucrados en el curtido son intensivos en desechos, y la industria enfrenta costos crecientes para la remediación de aguas residuales y la eliminación de desechos sólidos peligrosos. Los residuos sólidos primarios consisten en carnes, recortes y lodos de aguas residuales primarias (TPWS). Estos últimos emanan de la sedimentación física de sólidos o procesos de tratamiento físico-químicos empleados para reducir las concentraciones de componentes peligrosos, especialmente el sulfuro (S^{2-}) y cromo (Cr), de las corrientes de efluentes (Mpofu et al., 2019, p. 235).

Los desechos sólidos de la curtiduría pueden variar ampliamente en términos de cantidad y calidad dependiendo de la fase del proceso a partir de la cual se generaron. La mayor parte de la carga contaminante se genera en las operaciones de pre curtido y curtido. (Polizzi, 2018, p. 25).

Las aguas residuales de las curtiembres contienen sangre, estiércol, pelaje, proteínas en solución y en suspensión, grasas animales, cabello y alcalinidad. Además de que, el calcio, sulfato, cloruro, ácidos orgánicos e inorgánicos, taninos y / o cromo trivalente generalmente están presentes en concentraciones muy altas. Por otra parte, estos contaminantes tienden a expresarse en términos de demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO₅), sólidos suspendidos totales (TSS) y nitrógeno Kjeldahl total (TKN), así como compuestos de azufre, fósforo y cromo. (Mahmound, et al., 2011, p. 253 & Mannucci, 2010, p. 2).

Por otra parte, las aguas residuales de curtiembre se caracterizan por tener una gran cantidad de materia orgánica y contenido de sólidos suspendidos con una concentración promedio total de DQO de 6200 mg / l con una concentración de sólidos suspendidos (SS) de 5300 mg / l. Además de que la salinidad tiende a ser muy alta

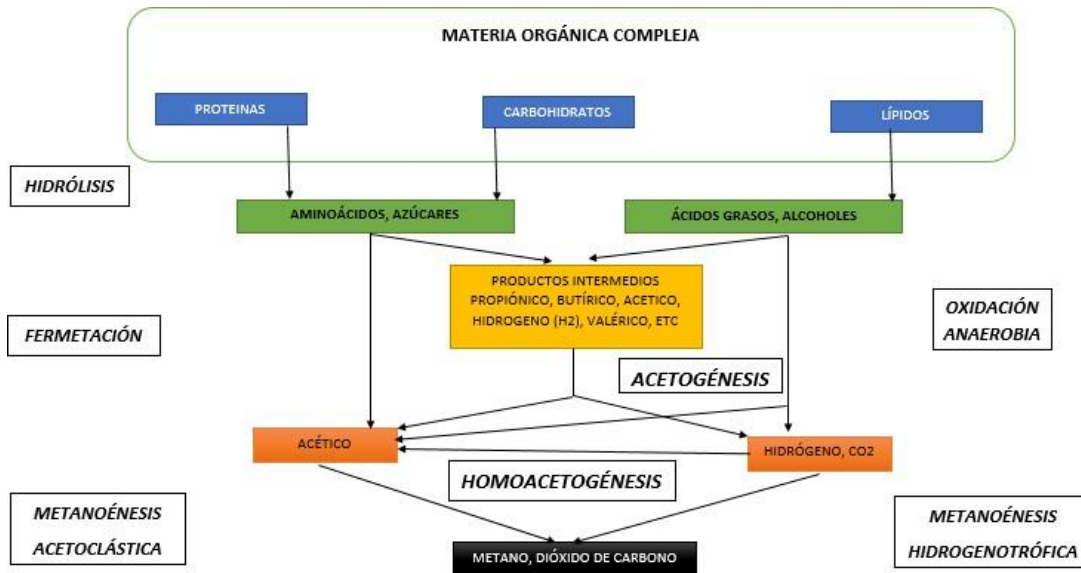
presentando una concentración promedio de TDS de 37, 000 mg / l. Así mismo, la cantidad total de TKN, N-NH₃ y PO₄³⁻ presenta una concentración promedio de 273, 153 y 21 mg / l, respectivamente. (Mekonnen et al., 2017, p. 231).

Según Corrales et al, la digestión anaerobia, es un procedimiento de fermentación microbiana debido a la disminución total o parcial de oxígeno porque genera una combinación de gases, y están los siguientes, como: dióxido de carbono y metano. Este resultado es conseguido de la digestión anaerobia que también se le denomina biogás, es la combinación gaseosa de dióxido de carbono 30% a 50% y de metano 50% a 70%, con diminutas cantidades que se encuentran de otros elementos como sulfuro de hidrógeno, nitrógeno e hidrogeno, sin embargo, las estimaciones someten de los microorganismos que se hallen como del procedimiento de digestión (2015, p. 58).

Sánchez et al, señala que la Demanda Química de Oxígeno en sus siglas DQO es fundamental, ya que es un indicativo de medida del número de materia orgánica que se va reduciendo para lograr transformarse en biogás, se calcula con la finalidad de establecer el resultado de la relación en la generación del biogás. (2016, p. 195).

Es un procedimiento bastante complejo, la digestión anaeróbica, ya que la cantidad de respuestas bioquímicas que suceden debido al número de microorganismos implicados. Se aprecia en la figura N.º 2 la mecánica de la digestión anaerobia.

Figura N. ° 2: Mecánica de la digestión anaerobia



Fuente: Morales (2014, p. 17)

La digestión anaerobia es un procedimiento que contiene cuatro fases, las cuales podemos visualizar en el siguiente cuadro.

Cuadro N.º 2: Fases de la digestión anaerobia

FASES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA	
FASES	DESCRIPCIÓN
Hidrolisis	En esta fase primordial en la elaboración del biogás inicia por hidrolisis, en esta fase, se obtiene que se despolimerizan las macromoléculas desde la actividad de bacterias hidrolíticas encargadas de degradar la celulosa (Orozco, 2015, p. 220). De tal forma que, los microorganismos separan los polímeros orgánicos en monómeros, llevado a cabo mediante enzimas hidrolíticas nombradas como hidrolasas, competentes para ejecutar la solubilidad de la materia orgánica y desunir los nexos de la celulosa y hemicelulosa apoyada de moléculas de agua (Corrales et al, 2015, p.219).

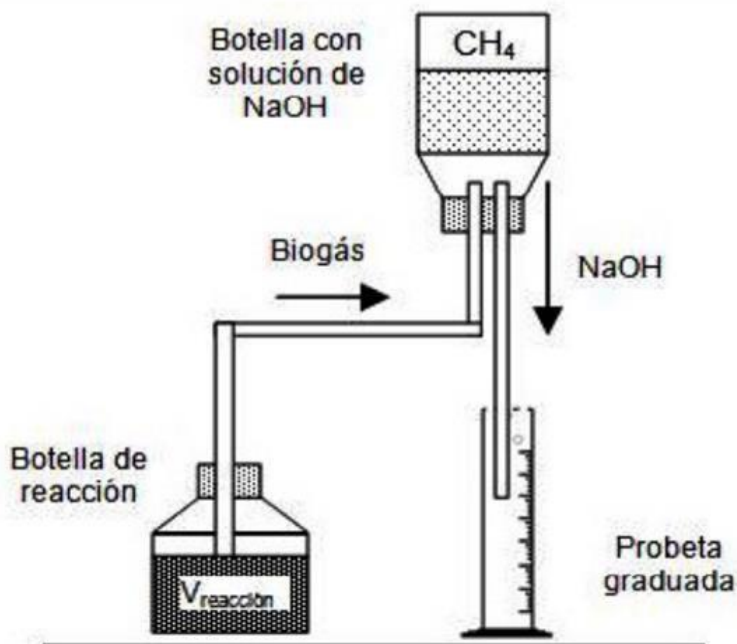
Acidogénesis	Según Gandarillas, Vanessa et al (2017, p. 2), los monómeros producidos traspasan sencillamente las bacterias acidogénicas mediante su pared para descomponerse, además, generando ácidos grasos volátiles y acetatos de cadena corta, como lo son los butiratos y propionatos. Canales asimismo señala, genera sulfuro de hidrógeno, amoniaco y dióxido de carbono (2019, p. 10).
Acetogénesis	Los resultados fermentados son transformados a acetatos, llegados a este punto, la acetogénesis se puede definir como la fase en la cual las bacterias acetogénicas, poseen la aptitud para generar ácidos grasos inestables, en forma de ácidos orgánicos con un peso molecular diminuto, tales como el ácido láctico, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, entre otros subresultados tales como dióxido de carbono y alcoholes de cadena reducida. Es por este motivo que, en la acetogenesis incluye que los acetógenos convierten este tipo de ácidos grasos inestables a ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono (Jiraprasertwong, Maitriwong y Chavadej, 2019, p. 191).
Metanogénesis	Por último, las bacterias metanogénicas se consideran como las más fundamentales en el conjunto de microorganismos anaerobios, porque poseen la aptitud para generar metano debido a la conversión de su composición contando con uno o más átomos de carbo adheridos por un nexo covalente como son el dióxido de carbono, acetato, metanol y grupos de metilaminas, sin embargo, es fundamental identificar que las bacterias metanogénica se fraccionan en cinco categorías tales como las methanobacterias, methanomicrobiotas, methanopyris, methanococcis, y las methanosarcinales. De esta misma forma, esta clase de microorganismos proliferan en medios específicos como digestores anaerobios, lodos, restos anóxicos y tractos gastrointestinales de determinados seres vivientes. Al mismo tiempo se catalogan en los dominos de Archaea y pueden tomarse como bacilos pequeños y grandes, o cocos en otros casos existiendo como Gram positivos tanto como Gram negativos, esto depende de la superficie en las cuales se pueden desarrollar (Corrales et al 2015, p. 67).

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, Zhou (2019, p. 5), señala que la Actividad Metanogénica Específica (AME) se logra evaluar usando la curva de la pendiente de generación de metano sumando en tiempo (horas) de generación de gas de manera efectiva, se fracciona por el número de inoculado sumado en el reactor.

Según Amaral et al (2008, p.39), para calcular la generación de metano, existen procedimientos avanzados con cálculo cromatográfica o manométrico, siendo simples como la utilización de cálculos volumétricos. Nos indica Torres y Pérez (2010, p.5), que, a primer requerimiento de equipamiento con especificaciones técnicas especiales, se tiene como ejemplo para AME al Sistema OXITOP, pues como segundo se requiere de un montaje sencillo, sin la necesidad de especificaciones, así se tiene en cuenta la fluidez de puesta en funcionamiento de cálculos de AME por el procedimiento volumétrico, se da énfasis en el modelo de evaluación por su potencialidad de utilización en nuestro medio.

Figura N. ° 1: Proceso para la evolución de la AME

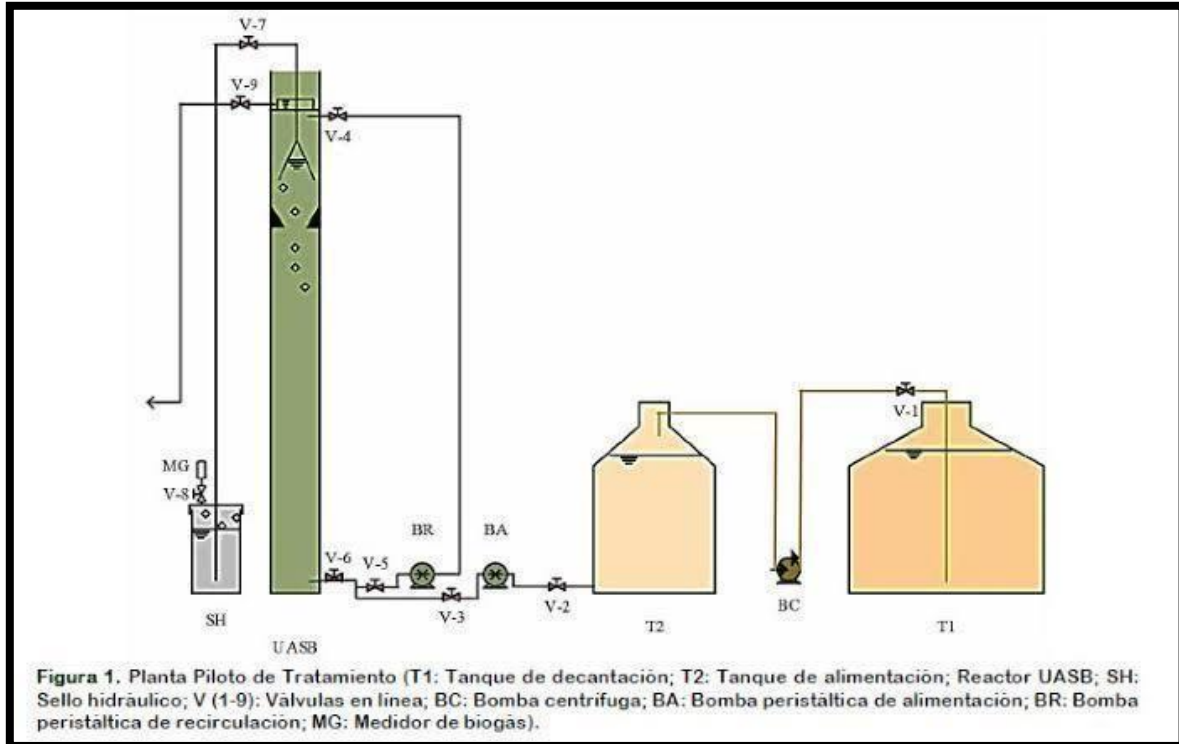


Fuente: (Torres y Pérez, 2010, p. 5)

Se han investigado diversos tratamientos para las aguas residuales de la industria de curtiembre, que van desde los métodos simples hasta los avanzados. Estos métodos incluyen tratamiento biológico (tratamiento aeróbico y anaeróbico), tratamiento fisicoquímico, intercambio iónico, membrana de filtración y sistemas electroquímicos cada uno con diversas finalidades de remediación. (Mahmoud et al., 2011, p. 253).

Los reactores UASB (reactor anaeróbico de flujo ascendente) son considerados tratamientos eficientes los cuales realiza un proceso anaerobio, este proceso se caracteriza por presentar la ausencia de oxígeno, la degradación de los compuestos orgánicos produce cantidades considerables de biogás y pequeñas cantidades de lodos (Figura N.º 1), estas características son los que hacen que estos procesos sean muy utilizados en el tratamiento de aguas residuales industriales con alta carga orgánica, los cuales logran remociones de DQO mayores al 70%. (Lofrano, 2013, p.269)

Figura N.º2: Descripción secuencial del proceso del reactor UASB



Fuente: Pacco, A., et al. (2018).

El reactor es alimentado desde la parte inferior, poniéndose en contacto directo con el lecho de lodo en la cual se da la degradación anaerobia del sustrato presente ocasionado así la producción de biogás. (POSADA, M. y CONSTANZA, D. 1996, p. 12). El flujo de mezcla que se da en forma ascendente de las aguas residuales, ocasionando que los sólidos del lodo asciendan, ante ello se implementa un separador de gases, sólidos y líquidos, cuya finalidad impide su salida, captando así el gas producido y el efluente líquido, el biogás generado es trasladado a la parte superior del reactor captado por la campana. Al presentar grandes cantidades de biomasa y que poseen una elevada actividad, permiten el funcionamiento en presencia de alta carga orgánica, siendo su tratamiento eficiente, dicha biomasa se presenta en forma de gránulos (Figura 2) o en forma de lodos floculantes, siendo su principal característica y no se requiere un soporte en su biomasa (RUIZ, I. y ÁLVAREZ, J. y SOTO, M. 1999, p. 55).

Según Cervantes et al (2011, p.2), señala que la puesta en funcionamiento de la digestión anaerobia se da con el reactor denominado Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente con sus siglas (RAFA) que tiene una capacidad grande, respecto al tratamiento de fluente con bastante existencia de materia orgánica, esto permite que los reactores sean de medidas pequeñas. Sin embargo, la transformación anaeróbica posee una pequeña generación de biomasa residual y un elevado nivel de retención de esta esté, que en interno del reactor pues los microorganismos se juntan en aspecto de colides, estos componen grupos microbianos, de modo que bacterias acetogénicas, metanogénicas, fermentativas e hidrolíticas, por lo cual es de su competencia reducir la extensa clase de compuestos inorgánicos y orgánicos, tal como la disminución parcial de la cantidad de microorganismos patógenos, estos son detenidos en el reactor.

No obstante, Pacco et al (2018, p. 389), señala que el Reactor RAFA presenta eficiencia acerca de la eliminación de SST y DQO total de las aguas residuales está supeditada por el tiempo de retención hidráulico (TRH) y la velocidad

de la carga orgánica, la aplicación en el reactor, también así por la concentración de los SST.

La finalidad de impedir la pérdida indeseada de sólidos que se encuentran en el efluente final, se mantiene la masa del lodo en el interior del reactor en medio de un valor mínimo que retribuye a la biomasa apta para asimilar la carga orgánica del afluente, también un máximo de la suficiencia de detener el lodo en el reactor UASB. Así pues, la cuenta de la masa mínima es generada mediante la carga orgánica aplicada al reactor señalado y la tarea de la actividad metalogénica específica en sus siglas AME del lodo anaeróbico, pues esta es su máxima capacidad de generación de metano por un conjunto de microorganismo anaerobio, definiendo las condiciones inspeccionadas de laboratorio y esto admite la tarea bioquímica mayor de transformación de substratos orgánicos en metano (CHERNICHARO, 2007, p.54).

Como en todo sistema experimental, presenta ventajas y desventaja su proceso, entonces tenemos:

Las proporciones de volumen de reactores UASB para aguas residuales industriales se realiza regularmente en base al VCO admisible, que requiere primordialmente de la temperatura, actividad del lodo, la concentración del lodo, la eficiencia que se busca, y el tipo de sistema de alimentación (Morales 2014, p. 27).

Los parámetros de operación son lo siguiente:

PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL REACTOR UASB

PARÁMETROS DE OPERACIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Temperatura	T	Según Fernández y Seghezso (2015, p. 35) la temperatura es muy importante pues aparte que es fundamental en el balance energético esta puede posibilitar o impedir la práctica de tratamientos anaerobios. La mayoría de sistemas trabajan con una temperatura mesófila (8° C a 45° C) pues en esta no hay gasto energético para calentar las aguas.
pH	pH	Este parámetro trabaja eficazmente entre el rango de 6.0 a 8.0, teniendo un mejor desempeño entre 6.8 y 7.5, sin embargo, se ha podido operar en valores de 8 y 9 siendo enriquecidos (Fernández y Seghezso, 2015, p. 43).
Alcalinidad		Fernández y Seghezso (2015, p. 44) determina la alcalinidad como la concentración de carbonato cálcico (mg CaCO ₃ /L), y lo definen como la facultad que poseen los carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, para neutralizar ácidos, el sistema dióxido de carbono/bicarbonato es la relación para poder cambiar el valor de pH.
Demanda Química de Oxígeno	DQO	Campos (2001, p. 67) considera que este parámetro se precisa como la cantidad de oxígeno necesario para oxidar completamente la materia orgánica y los compuestos oxidables.
Ácidos Grasos Volátiles	AGV	Estos son los resultados de la digestión anaerobia del material degradable transformado a metano, mientras la concentración de AGV aumenta el producto metano disminuye, cuando se da el incremento por encima de 500 mg AGV/L presenta un efecto inhibitorio. No se recomendó niveles altos de AGV pues la DQO del efluente tratado es bastante elevado (Campos, 2001, p. 58).

Sulfuro	H ₂ S	Es producido en la fase metanogénica, el sulfato es reducido a sulfuro que se puede hallar en la fase líquida como H ₂ S, HS ⁻ o SO ₄ ⁼ . Se ha obtenido estabilidad en reactores con elevados niveles de SO ₄ ⁼ (>8 g/l), pues además de generar una inhibición formal causa un decrecimiento en la actividad metanogénica, por sustituir al sustrato necesario para
		<p>sintetizar CH₄ o H₂S (Fernández y Seghezzo, 2015, p. 41).</p>
Tiempo de retención hidráulica	TRH	Este parámetro necesitará propiamente del tipo de reactor y sustrato utilizados, en los sistemas de mezcla completa el TRH se ajusta con el tiempo de retención celular, en el cual el tiempo de retención deberá ser suficientemente largo para generar el crecimiento de la población bacteriana. La fracción de materia orgánica degradada tiene una relación directamente proporcional al TRH (Campos, 2001, p. 67)
Velocidad de carga orgánica	VCO	Según Campos (2001, p. 53): La carga orgánica es la relación de la cantidad de materia orgánica por unidad de reactor y unidad de tiempo. Cargas orgánicas abundantes, sin presencia de inhibidores, generar grandes producciones volumétricas de biogás y la inestabilidad aumenta cuando aumenta de carga, como consecuencia la acumulación de ácidos grasos volátiles.

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo Gandarillas, et al. (2017, p. 6) & Canales (2019, p. 10) mencionan las

ventajas del reactor UASB

Tabla N.º 4: Ventajas y desventajas del Reactor UASB

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Según Canales (2019, p.9) nos indica las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No realiza el uso de maquinaria de gama alta en tecnología. • El metano generado se da uso para la producción de electricidad. • Posee una alta eficiencia en escala pequeña y grande. • No necesita de abastecimiento energético como otros tratamientos. • Facilita una exclusión alta pese a bajas y altas temperaturas, en tal caso necesita volumen más bajo del reactor. 	<p>Según Canales (2019, p.10) nos indica las siguientes desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesita de un post tratamiento apropiado para ejecutar con criterios de aprovechamiento • Necesita de periodo de arranque extendido, ya que la tasa de incremento de microorganismos es tardía y pues los lodos activados no son disponibles suficientemente. • Transforma la mayor parte de carga orgánica en metano, pese a ello es un tratamiento parcial • Los gases aminorados que son disueltos en el efluente logran fugarse generando problemas de olor, como ocurre con el sulfuro de hidrógeno. • Así sea el caso de áreas frías requiere mantenerse en una temperatura de 15°C – 35°C para que el rendimiento no se vea perjudicado.
<p>Según Gandarillas et al (2017, p.5), nos indica las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teniendo el inóculo adecuado logra arrancar casi al instante. • El lodo que genera posee propiedades muy altas de compactación y es estabilizado parcialmente. 	<p>Según Gandarillas et al (2017, p.6), nos indica las siguientes desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No es seguro para el tratamiento secundario completo debido a que remueve prioritariamente sólidos suspendidos y compuestos orgánicos. • Los patógenos son parcialmente eliminados, menos los huevos de helmintos, que son detenidos en el lecho del lado.

<ul style="list-style-type: none"> • Mantiene los nutrientes del efluente como el N y P, y es un punto llamativo en el caso de riego aplicando el re-uso. • Es un mecanismo en mantenimiento y operación que tiene como característica el ser simple y económico. • Sobrelleva tiempos sin alimentación ya sean semanas o meses. • No demanda del uso de espacios grandes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja experiencia en la utilización a gran escala del reactor.
--	---

Fuente: Gandarillas, et al. (2017, p. 6) & Canales (2019, p. 10)

A continuación, se presenta la Tabla N.º 2, el cual muestra el desarrollo de los antecedentes extraídos de artículos científicos importantes sobre el tratamiento de aguas residuales de curtiembre utilizando el reactor UASB.

Tabla N.º 5 Antecedentes de investigaciones de tratamiento de aguas residuales de curtiembre mediante uso de reactores UASB.

AUTOR	REACTOR	TIPO DE EFLUENTE	CARACTERISITICAS DEL EFLUENTE			PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL TRATAMIENTO		RESULTADOS EFICIENCIA DE REMOCIÓN DQO Y SST				
Umaiya kunjara m, et al., 2016	UASB	Curtiembre		Min	Max	TSS VSS DQO Alcalinidad AGV		Min Eflu	Max Eflu			
			TSS	8590	12930					SST	48.19%	81.05%
			VSS	5930	9480					DQO	28.38%	90.25%
			DQO	11224	12898							
			Alcalinidad	940	1746							
			AGV	1252	1648							
			OLR		6mg/L							
			TRH		40 h							
		pH	6.8	8.84								
Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013	UASB	Curtiembre		Pelambre	Curtido	Parámetro de Operación	Valor	DQO = 70% SST= 60%				
			DQO	41.9	18.4	Vol. Pelambre	640 ml					
			SST	1.84	1.67	Vol. Curtido	960 ml					
			SSV	1.04	251	Vol. Mezcla	1600 ³ ml					
			pH	12.2	3.52	Concentración de cal	20 g/l					
			Sulfuros	377	5.05	Caudal del Aire	20 l/min					
						T. de Aireación	60 min					
Zavala-Rivera, et al., 2015	UASB	Curtiembre y domestico	pH = 8.1			pH		DQO: 57%				
			Temperatura = 21.4 °C DQO = 33500 mg/l STD = 12500 mg/l SST = 23820S mg/l SSV = 12894 mg/l			Temperatura DQO CRC STD SS Turbidez						

Behling, et al., 2005	UASB	Curtiembre	pH = 11.4 Alcalinidad = 2900 (mg CaCO ₃ /L) SST = 1088 mg/L SSV = 534 mg/L DQO = 3100 mg/L Cr ⁺³ = 11.02 mg/L	Tiempo de Evaluación (Días) DQO (mg/L) TRH (h)	DQO = 78%
Chen, et al. 2018	UASB	Curtiembre	pH = 6.5-6.7 NTU = 243-340 mg/L SST = 434-520 mg/L SSV = 3340-4250 mg/L DQO = 3050-3320 mg/L DBO = 660-730 mg/L	DQO NH ₄ ⁺ -N DBO ₅ SDT SST COLOR	DQO = 97.5% SST = 94.6%
Tamilchelvan & Dhinakaran., 2012	UASB	Curtiembre	pH = 8.7 Alcalinidad = 3400.0 mg/L Cromo = 1.80 mg/L DQO = 11680 mg/L DBO ₅ = 3410 mg/L	pH Sólidos Totales Sólidos Volátiles	DQO = 80.31%
Ravindranath, et al., 2015	UASB	Curtiembre	pH = 7.5 - 8,9 DBO = 1070 - 3050 mg / L DQO = 2778 - 5853 mg / L Sulfatos = 1680 - 2344 mg / L ST = 12570 - 21630 mg / L.	pH DBO DQO Sulfatos Sólidos totales	DQO= 75%
Aziz, et al., 2019	UASB	Curtiembre	DQO= 2000–6000 (mg/l) DBO= 1300–2300 (mg/l)	COD DBO SST	DQO= 80–85% SST= 81–86 %
Parada, et al., 2019	UASB	Curtiembre	DQO 1142.6 mg/L DBO 2946 mg/L Sulfuros 11,62 mg/L SST 1000 mg/L Cromo 22,57 mg/L pH = 6,86	DQO Nitrógeno Total	DQO= 80,01 %

Liberal, et al., 2010	UASB	Curtiembre	Temperatura= 23°C pH= 7.2 DQO = 11 460 mg/L Sulfuros= 96 mg/L Amonio= 125 mg/L	DBO SS SST	DQO (mg/L) = 75%																																																																	
Mekonn en 2017	UASB	Curtiembre	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OLR</td> <td>1.03</td> <td>1.23</td> <td>1.52</td> <td>2.21</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>9.64</td> <td>9.2</td> <td>9.28</td> <td>9.09</td> </tr> <tr> <td>TDS</td> <td>7.49</td> <td>7.24</td> <td>6.81</td> <td>7.26</td> </tr> <tr> <td>Alca.</td> <td>9.26</td> <td>9.19</td> <td>8.91</td> <td>9.07</td> </tr> <tr> <td>DQO</td> <td>4221</td> <td>4265</td> <td>4586</td> <td>4458</td> </tr> <tr> <td>TN</td> <td>451</td> <td>517</td> <td>492.5</td> <td>458</td> </tr> <tr> <td>NH4</td> <td>231</td> <td>270</td> <td>255</td> <td>248</td> </tr> <tr> <td>Fosfatos</td> <td>22.2</td> <td>18</td> <td>19.3</td> <td>23.5</td> </tr> <tr> <td>Sulfitos</td> <td>93</td> <td>126</td> <td>123.5</td> <td>177.5</td> </tr> <tr> <td>Sulfatos</td> <td>470</td> <td>390</td> <td>520</td> <td>469</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	OLR	1.03	1.23	1.52	2.21	pH	9.64	9.2	9.28	9.09	TDS	7.49	7.24	6.81	7.26	Alca.	9.26	9.19	8.91	9.07	DQO	4221	4265	4586	4458	TN	451	517	492.5	458	NH4	231	270	255	248	Fosfatos	22.2	18	19.3	23.5	Sulfitos	93	126	123.5	177.5	Sulfatos	470	390	520	469	TRH pH Metales	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DQO %</td> <td>81</td> <td>79</td> <td>76</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	DQO %	81	79	76	69
	1	2	3	4																																																																		
OLR	1.03	1.23	1.52	2.21																																																																		
pH	9.64	9.2	9.28	9.09																																																																		
TDS	7.49	7.24	6.81	7.26																																																																		
Alca.	9.26	9.19	8.91	9.07																																																																		
DQO	4221	4265	4586	4458																																																																		
TN	451	517	492.5	458																																																																		
NH4	231	270	255	248																																																																		
Fosfatos	22.2	18	19.3	23.5																																																																		
Sulfitos	93	126	123.5	177.5																																																																		
Sulfatos	470	390	520	469																																																																		
	1	2	3	4																																																																		
DQO %	81	79	76	69																																																																		
Goswa mi 2016	UASB	Curtiembre	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pH</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>DQO</td> <td>11981</td> </tr> <tr> <td>TS</td> <td>11414</td> </tr> <tr> <td>TDS</td> <td>9723</td> </tr> <tr> <td>TN</td> <td>304</td> </tr> <tr> <td>NH3</td> <td>129</td> </tr> <tr> <td>Cl</td> <td>3614</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>4.475</td> </tr> <tr> <td>SO4</td> <td>1961</td> </tr> </tbody> </table>		Promedio	pH	8.6	DQO	11981	TS	11414	TDS	9723	TN	304	NH3	129	Cl	3614	Cr	4.475	SO4	1961	TRH 2.5 5 7.5	DQO 70% 80 90																																													
	Promedio																																																																					
pH	8.6																																																																					
DQO	11981																																																																					
TS	11414																																																																					
TDS	9723																																																																					
TN	304																																																																					
NH3	129																																																																					
Cl	3614																																																																					
Cr	4.475																																																																					
SO4	1961																																																																					

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación escogida para la presente investigación es pura o básica, ya que está dirigida a la exploración de nuevos campos y nuevos conocimientos de investigación (Rodríguez, 2011, p. 36).

El diseño de investigación es cualitativo narrativo de tópicos, ya que la investigación se enfoca en la recopilación de datos sin la necesidad de realizar medidas numéricas para encontrar o precisar interrogantes de investigación en el proceso de análisis. Entonces es un conjunto de prácticas interpretativas que el investigador hace al mundo visible, lo modifica y lo cambia en una serie de representaciones en forma de anotaciones, observaciones, documentos y grabaciones. (Rodríguez, 2011, p. 41).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Para el desarrollo de la matriz, se tomó en cuenta el objetivo general: La remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB.

Tabla N. ° 6. Matriz de categorización apriorística.

Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de análisis
Identificar los parámetros de control en un reactor UASB en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre	¿Cuáles son los parámetros de control en un reactor UASB en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre?	Parámetros de control en el reactor UASB	pH	Guerrero, et al., 2014; Zavala-Rivera, et al., 2015; Tamilchelvan & Dhinakaran., 2012; Liberal, et al., 2010.; Ravindranath, et al., 2015.; Aziz, et al., 2019.
			Temperatura	Zavala-Rivera, et al., 2015
			TRH	Behling, et al., 2005.; Mekonnen 2017.; Goswami., 2016.;
			Concentración de AGV	Umaiyakunjaram, et al., 2016
			Alcalinidad	Umaiyakunjaram, et al., 2016; Behling, et al., 2005; Tamilchelvan & Dhinakaran., 2012;
Determinar el porcentaje de remoción del DQO y SST en un reactor UASB en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre	¿Cuánto es el porcentaje de remoción del DQO y SST en un reactor UASB en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre?	Porcentaje de remoción del DQO y SST en un reactor UASB	Remoción de DQO	Umaiyakunjaram, et al., 2016; Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013; Zavala-Rivera, et al., 2015; Behling, et al., 2005; Chen, et al. 2018; Tamilchelvan & Dhinakaran., 2012; Ravindranath, et al., 2015.; Aziz, et al., 2019.; Parada, et al., 2019.; Liberal, et al., 2010.; Mekonnen 2017 y Goswami 2016
			Remoción de SST	Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013; Chen, et al. 2018; Aziz, et al., 2019.

Fuente: Elaboración propia

Escenario de estudio

La presente investigación no considera ningún escenario determinado, ya que está basado en la revisión libros, artículos científicos publicados a nivel nacional e internacional, respecto a la remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB.

Participantes

La investigación se basó en analizar tesis de postgrado y doctorados, libros y artículos científicos a nivel nacional e internacional, respecto a la eficiencia de remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB. Por ende, los artículos científicos de revistas indexadas conseguidas en las bases de datos de web, que son: Science Direct, Scielo y Google académico.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las informaciones extraídas relacionadas con la remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB, están incluidos los estudios del caso (títulos), autor (es), objetivos, parámetros, sistemas de mecanismos de los reactores, etc. Facilitando de esta manera la interpretación y análisis del presente estudio de investigación, es por ello que dicha tabla se encuentra ubicado en el Anexo N.º 1.

La técnica que se utilizó fue de análisis documental los cuales consistían en recolectar datos de fuentes como: libros, boletines, revistas científicas, folletos, etc. (Flores, 2019, p.55). Todo en torno a la presente investigación, por otra parte, la búsqueda de información nos llevó a responder interrogantes que estuvieron planteadas durante el desarrollo de nuestro estudio de investigación.

Procedimientos

Para la investigación de la remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB, se consideraron artículos de revistas indizadas, libros y fuentes académicas como: Scielo, ScienceDirect, Google Books, Google Académico y repositorios de diversas universidades. Considerando palabras claves en inglés y español como: Efluentes de curtiembres, reactores UASB, diseño de reactores, parameters influencing UASB reactors y tannery wastewater treatment processes using UASB reactors.

Por otra parte, durante la recolección de información se obtuvieron un aproximado de 150 artículos, siendo descartados 53 referencias por no presentar relación con el tema de estudio, de tal manera que se consideraron 97 referencias.

En el siguiente cuadro (Tablas N.º 3) se resume todos los artículos científicos, libros y tesis usados en el presente estudio de investigación, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla N. ° 7 Resumen de criterios de búsqueda.

Tipo de documento	Documentos referidos	Cantidad	Palabras clave de búsqueda	Idioma	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículo científico	Reactores UASB	22	Guía de reactores UASB	Ingles	Descripción de los reactores UASB y sus remociones	No es de naturaleza los tipos de reactores UASB o incluyen un conjunto de métodos.
				Español		
	Parámetros de Control	37	Parámetros de control durante el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB	Ingles		
				Español		
	Porcentaje de remoción de DQO y SST	13	Remoción de DQO y SST en un reactor UASB	Ingles		
				Español		
Libros	Diseño del Reactor UASB	13	Elaboración de un reactor UASB	Ingles	Libros y Tesis menores o mayores a 5 años y base de datos confiables.	Libros y Tesis en base de datos no confiables.
				Español		
Tesis	Tratamiento de aguas residuales de curtiembre	12	Tratamiento de aguas residuales de curtiembre mediante un sistema UASB	Español		

Fuente: Elaboración propia.

Rigor científico

El rigor científico para el presente estudio de investigación está basado en los siguientes criterios:

Tabla N. ° 8. Criterios para la búsqueda de investigaciones y toma de decisiones

Criterio	Características	Procedimiento
Dependencia	La dificultad de la investigación cualitativa complica la estabilidad de los Datos descriptivos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Triangulación. ✓ Descripción minuciosa del procedimiento de recogida, análisis e interpretación de los datos ✓ Reflexividad del investigador
Credibilidad	Acercamiento de los resultados de una investigación frente al fenómeno observado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ seguir un compromiso con el trabajo de campo. ✓ lograr datos ricos teóricamente. ✓ triangular. ✓ revisión por parte de los entrevistados. ✓ por parte de investigadores pares y ajenos a la investigación.
Transferibilidad	Los resultados provenientes de la investigación cualitativa no son generalizables sino permutable.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Descripción minuciosa del contexto y de los participantes. ✓ Muestreo teórico. ✓ Recogida íntegra de datos descriptivos.
Auditabilidad	Los resultados de la investigación deben asegurar la autenticidad de las descripciones realizadas por los participantes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Transcripciones textuales de las entrevistas. ✓ Comparar los resultados con la literatura existente. ✓ revisión de hallazgos por otros investigadores. ✓ reconocimiento y descripción de limitaciones y alcances del investigador

Fuente: Noreña, et al., 2012, pp. 269-274.

Método de análisis de información

Según (Sarduy, 2007, p. 3). El objetivo del análisis de información es lograr ideas significativas, de las diversas fuentes de información, lo cual favorece manifestar el contenido sin ambigüedades, con el propósito de almacenar y recuperar la información contenida.

Es por ello, para este estudio de investigación, el análisis de información se ejecutó utilizando el método de categorías, dividiendo en dos subcategorías, cada uno mostrando su objetivo general y específico (Tabla N.º 3), se determinaron por sus descripciones con criterios similares, reuniendo la información de artículos según el análisis de la remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB.

Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación tiene una calidad ética y original, para ello se tomaron en cuenta los siguientes aspectos éticos: La información obtenida de las investigaciones nacionales e internacionales, se citaron apropiadamente las referencias siguiendo las normas ISO-690 y 690-2, además de que se cumple con el código de ética de investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados respecto a los parámetros de control aplicados en un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre, se encuentran detallados en la tabla N.º 9. Dentro de la tabla se puede evidenciar cinco parámetros de control (pH, Temperatura, Tiempo de Retención Hidráulica (TRH), Concentración de AGV y Alcalinidad) los cuales fueron establecidos para la presente investigación. En cuanto a los datos obtenidos para cada parámetro, fueron tomados de diferentes casos de estudio, esto con la finalidad de poder comparar y discutir con los resultados de otras investigaciones.

Tabla N.º 9. Parámetros de control determinados en el reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre. (revisa la presentación de este cuadro sí, está bien los rangos o se promedian)

REACTOR	PARÁMETROS DE CONTROL					AUTORES
	pH	Temperatura	TRH	Concentración de AGV	Alcalinidad	
Reactor UASB	7	22 °C	20 (h)	Ausente	20 g/l	Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013
	7	22 °C	24 (h)	Ausente	Ausente	Zavala-Rivera, et al., 2015
	7	Ausente	24 (h)	161 mg/L	1040 mg CaCO3 /L	Behling, et al., 2005
	6	23-28 °C	1-20 (h)	Ausente	Ausente	Chen, et al. 2018
	8	25 °C	48 días	Ausente	135 mg/l	Tamilchelvan & Dhinakaran., 2012
	7.5-8.9	30°C	24 h	700-1350mg	1000-1600mg/L	Ravindranath, et al., 2015
	Ausente	19.5	24 h	Ausente	Ausente	Mahmoud, et al, 2011
		19.3	18 h			
		20.6	12 h			
		30.2	12 h			
		35.4	8 h			
	35.3	5 h				
	8.6	Ausente	2.5 h 5 h 7.5 h	Ausente	Ausente	Goswami 2016
	9.64 9.2	Ausente	4 h 3.5 h	Ausente	9.26 g/L	Mekonnen 2017

	9.28		3 h		9.19	
	9.09		2 h		8.91	
					9.07	
	6.8 8.84	Ausente	40 h	1252 mg/L 1648	940 mg/L 1746	Umaiyakunjaram, R. y Shanmugam, P., 2016
	7.2	23				Liberal, et al., 2010

Los resultados obtenidos para la aplicación del pH (Tabla N.º 9), se pueden evidenciar que entre todos los autores el rango de pH se encuentra entre 6 a 8 siendo así comparado con el estudio de Arcos, D. (2017, pp. 146) quien realizó un análisis de alternativas para el tratamiento de efluentes industriales de curtiembre usando dos tipos de reactores UASB y SBR. Con respecto al reactor UASB el rango del pH para su estudio permaneció entre 6 a 9 los cuales le permitieron el desarrollo y crecimiento de la población microbiana. Así mismo, Castro, J., (2018, pp. 136) en su estudio de evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) aplicando otro tipo de agua residual, obtuvo el mismo rango de pH encontrándose entre 6 a 8 lo que le permitió un favorable desarrollo hidrolítico acidogénico y metanogénico los cuales se encuentran óptimos para la digestión anaerobia. Por lo tanto, cabe precisar que para determinar que el intervalo óptimo de pH para la digestión anaeróbica en un reactor UASB, está comprendido entre 6.8 y 7.5 aunque el proceso puede desarrollarse eficazmente en el intervalo 6.0 a 8.0 (Fernández-Polanco & Seghezzi., 2015, p 43).

Basándose en la división del volumen y el caudal, siendo así que el TRH se encontraba entre uno a varios días. Ante ello se realizó la comparación con Zavala- Rivera, et al., (2015, p. 10) los cuales hicieron la remoción anaerobia del colorante azul directo BRL en un reactor anaerobio de flujo ascendente UASB usando carbón activado. Durante su proceso el reactor tuvo una capacidad de 14.4 L con lodos y carbón activado del 40% de volumen, con una carga orgánica de 6 Kg DQO/m³ por día y un tiempo de retención hidráulica de 24 horas con un flujo ascendente. Los resultados que llegaron a obtener fueron una remoción del 57% del DQO y 87 % del colorante azul directo BRL. Así mismo, Chen, et al., (2018, p. 7) empleó un sistema de etapas a escala de laboratorio para tratar las aguas residuales de las curtidurías empleando un reactor de manto de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB).

La condición de funcionamiento óptimo en el tiempo de retención hidráulica (TRH) fue de 42 h permitiéndole obtener remociones de hasta un 90% para el DQO, sólidos en suspensión, aceite-grasa, nitrógeno total, amoníaco y cromo. Por lo que podemos determinar que el punto más delicado de todo el proceso es la selección del tiempo de

retención hidráulica (HRT) (Fernández-Polanco & Seghezzo, 2015, p. 86).

Por otra parte, la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) y alcalinidad no presentan muchos valores en comparación con los otros parámetros, esto debido que a que muchos autores en su proceso de investigación definen más el valor del pH, la temperatura y el tiempo de retención hidráulica (TRH) como parámetros más influyentes. De tal modo que Fernández-Polanco & Seghezzo (2015, p. 44-45) definen que la concentración AGV es otro de los parámetros de control de digestores anaeróbicos porque representan ácidos fórmicos, acéticos, propiónicos, butíricos y valéricos, siendo así que estos ácidos actúan como inhibidores en el proceso anaeróbico. Así mismo, la alcalinidad en presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos en el agua son expresados como la concentración de carbonato de cálcico ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$), por tener la capacidad de neutralizar los ácidos grasos volátiles (AGV).

En cuanto a los resultados obtenidos para la temperatura, en la tabla 5 se evidencia que el rango de temperatura entre todos los autores fue de 22 a 28 °C siendo así comparado con el estudio de Vargas & Martínez (2013, p. 77) quienes hicieron el tratamiento biológico de aguas residuales de curtiembre por medio de un sistema de reactor anaerobio de flujo ascendente UASB, teniendo como temperatura entre 18 a 30 °C, siendo así que la actividad biológica tenga una buena digestión de materia orgánica y que esto obedezca a un proceso exotérmico en el cual se libera energía. Así mismo, Arcos, D. (2017, pp. 146) durante su estudio de tratamiento de efluentes industriales de curtiembre usando dos tipos de reactores UASB y SBR obtuvo oscilaciones entre 15 a 30 °C en el reactor UASB, sin embargo, también obtuvo temperaturas bajas de 10 °C debido al mal tiempo, afectando negativamente la eficiencia del proceso y a las bacterias, ya que ralentizaban su metabolismo. Por lo tanto, podemos definir que la temperatura en un reactor UASB puede encontrarse entre 25 °C a 35 °C, ya que presentarían mejores tasas de reacción y proveerían tratamientos más estables, además de que el tratamiento anaerobio puede aplicarse a temperaturas menores y son sostenibles de entre 10° C y 20 °C. Sin embargo, en este intervalo de temperatura, la tasa de degradación de las largas cadenas de ácidos grasos es una limitante. Y si se acumulan, pueden generarse espumas en los reactores

(Vásquez & Gonzales, 2011, p. 9).

En cuanto a los resultados para el porcentaje de remoción de DQO y SST aplicados en un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre, se encuentran detallados en la tabla N.º 10.

Tabla N.º 10. Porcentaje de remoción de DQO y SST aplicados en un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre.

REACTOR UASB			
	<i>AUTOR</i>	<i>EFICIENCIA</i>	<i>PROMEDIO</i>
DQO	(Umairakunjaram, et al., 2016)	Remoción de DQO 90%	76.50%
	(Guerrero, et al., 2014)	Remoción de DQO 60%	
	(Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013)	Remoción de DQO 70%	
	(Zavala-Rivera, et al., 2015)	Remoción de DQO 57%	
	(Behling, et al., 2005)	Remoción de DQO 78%	
	(Chen, et al. 2018)	Remoción de DQO 97%	
	(Ravindranath, et al.)	Remoción de DQO 75%	
	(Aziz, et al.)	Remoción de DQO 85%	
SST	(Peñafiel y Ochoa-Herrera., 2013)	Remoción de SST 60%	80%
	(Chen, et al. 2018)	Remoción de SST 94%	
	(Aziz, et al.)	Remoción de SST 86%	

El porcentaje de remoción del DQO fue eficiente, según los artículos revisados, estos indicaron que existe una variación de resultados de acuerdo a los parámetros de operación, el rango mínimo de pH, la temperatura, el tiempo de retención hidráulica (TRH), concentración de AGV y la alcalinidad pueden variar, pero sin embargo el resultado de la remoción de DQO promedio es de un 76.5 % como se muestra en la tabla N.º 10. De acuerdo con Pacco, et al., (2018, p. 11) en su tratamiento de aguas residuales porcinas, obtuvieron como resultado la eficiencia de promedio de la remoción de DQO del 77.4 % aplicado en un reactor UASB, trabajado con un TRH de 3 días a VCO promedio de 2,1 y 2,4 kg.m⁻³. D-1. Así mismo, Castro, et al., (2019, p. 14) en su tratamiento de aguas residuales industriales, obtuvieron como resultado la remoción máxima de 76.90% de DQO a una retención hidráulica (TRH) de 14 horas, con un rango de pH de 6.57 a 8.22 y con una temperatura promedio de 14.89 °C. Entonces el tratamiento que realiza los reactores UASB en cuando a la remoción de contenidos de las aguas residuales presentan una buena eficiencia. Fernández-Polanco & Seghezzi (2015, p. 74) mencionan que las ventajas de un reactor UASB en término de eficiencia, puede alcanzar buenas remociones ya sea a altas cargas y a bajas temperaturas, además de que el tratamiento anaerobio se puede aplicar fácilmente a pequeña o grande escala.

Por otro lado, el porcentaje de remoción de los SST tiene una eficiencia promedio del 80 % como se muestra en la tabla N.º 10, según los artículos revisados, para obtener un mejor resultado en la remoción de SST es necesario establecer el tiempo de retención hidráulica (TRH), rango de pH y la temperatura promedio al igual que los otros parámetros. Según las investigaciones Chen, et al., (2018, pp.8) en su tratamiento de las aguas residuales de las curtidurías mediante un UASB combinado (2 etapas)- ozonación- Sistema BAF. Obtuvieron como resultado la remoción máxima de 94.6 % de SST, trabajando a un rango de pH 6, temperatura de 23 – 28 °C y un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 1 – 20 horas. Por lo tanto, podemos definir

que debido al alto contenido de la materia orgánica presente en las aguas residuales y la utilización de la tecnología del reactor UASB en los procesos anaerobios, suelen ser técnicas viables y económicamente más factibles para su tratamiento (Castro, et al., 2019, p. 364).

V. CONCLUSIONES

En el presente estudio de investigación cualitativa las conclusiones fueron las siguientes:

1. La remoción porcentual que se determinó para DQO y SST presentaron una buena eficiencia para el tratamiento de aguas residuales de curtiembre encontrándose en un rango de 70 a 80% (Tabla N° 10). La aplicación del reactor UASB es un buen medio para el tratamiento de efluentes contaminados, su buena eficiencia dependerá de sus procesos y parámetros establecidos.
2. Se identificaron los parámetros de control en un reactor UASB que influyen en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre los cuales son: pH, temperatura, TRH, AGV y alcalinidad; el rango óptimo del pH para la digestión anaerobia en un intervalo de 6 a 8, sin embargo, algunos autores trabajaron con un rango de pH de 9 durante su tratamiento de aguas residuales de curtiembre teniendo como resultado una eficiencia de remoción óptima.
3. Así también Fernández y Seghezzi (2015, p. 35) señalan que una temperatura de 8°C a 45°C es la más recomendable, ya que los microorganismos anaerobios pueden desarrollarse mejor, considerándose como un ambiente mesófilo. Por otro lado, se revisó los valores del tiempo de retención hidráulica o en sus siglas TRH, según Campos (2001, p. 67) explica que el tiempo de retención debe ser lo suficientemente largo para generar el desarrollo de la población microbiana.
4. De los valores de concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) presentados en la Tabla N.º 9 concluye que mientras la concentración de AGV aumenta, el producto metano disminuye y que un incremento por encima de 500 mg AGV/L presenta un efecto inhibitor.

Cabe resaltar que durante la revisión sistemática no se encontraron valores comparativos de costos de operación del reactor UASB, por ser sumamente importante ya que las industrias podrían tener un mejor alcance y estar informados de la viabilidad de este reactor.

VI. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de complementar y mejora la revisión sistemática de la Remoción de DQO y SST en el tratamiento de aguas residuales de curtiembre en un reactor UASB, las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- Se recomienda profundizar más estudios sobre los parámetros que podrían tener un efecto significativo durante el tratamiento de las aguas residuales de curtiembre aplicados en un reactor UASB, como sabemos estos parámetros principalmente se encuentran con contaminantes tóxicos y nocivos presentes en el efluente de curtiembre como el cromo VI entre otros.
- Realizar estudios futuros que determinen costos de operación, ya que no existe información detallada del costo de implementación de un reactor UASB, de tal manera que las industrias de curtiembre puedan optar por un método que se adecuen a sus necesidades y estándares impuestos por las entidades reguladoras.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTINI, C.B., DA COSTA, M. y GUTTERRES, M., Tannery wastewater as nutrient supply in production of biogas from solid tannery wastes mixed through anaerobic co-digestion. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea] 2020. vol. 135, pp. 38-45. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.11.037>
ISSN 09575820.
2. AGUSTINI, C.B., et al., Biogas from anaerobic co-digestion of chrome and vegetable tannery solid waste mixture: Influence of the tanning agent and thermal pretreatment. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea] 2018. vol. 118, pp. 24-31. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.021>
ISSN 09575820.
3. ALEMU, Agegnehu, GABBIYE, Nigus, LEMMA, Brook. Application of integrated local plant species and vesicular basalt rock for the treatment of chromium in tannery wastewater in a horizontal subsurface flow wetland system. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. [en línea]. Agosto 2020, vol. 8 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720302888?via%3Dihub>
4. ALIBARDI, L. y COSSU, R. Pre-treatment of tannery sludge for sustainable landfilling. *Waste Management* [en línea] 2016. vol. 52, pp. 202-211. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.04.008>
ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2016.04.008.
5. AMARAL, Míriam, et al. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de lixiviados de aterro sanitários. *Engenharia Sanitaria e Ambiental* [en línea]. Marzo 2018, Vol. 13. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000100006&lng=en&nrm=iso

6. Anaerobic digestion of tannery soak liquor with an aerobic post-treatment por LEFEBVRE, O [et al]. *Water Research*, 40 (7): 1492-1500. 2006. ISSN 00431354. DOI 10.1016/j.watres.2006.02.004.

7. ARCOS, Daniel. Analisis de alternativas para el tratamiento de efluentes industriales de curtiembre. Caso de estudio: Picaihua, Tungurahua. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2017. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19435/1/CD- 8825.pdf>

8. Arsénico total no deseado ante valores referenciales de ph en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú por MORALES, D., [et al]. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19 (3):305-312, 2017. ISSN 23068582. DOI 10.18271/ria.2017.295.

9. ASAD, Aziz, et al. Biological wastewater treatment (anaerobic-aerobic) technologies for safe discharge of treated slaughterhouse and meat processing wastewater. *Science of The Total Environment* [en línea]. Octubre 2019, Vol. 686. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719323368>

10. BARRAZA, Frank y GÓMEZ, Marta. Aproximación a un concepto de contabilidad ambiental. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia, 2008. 190 pp. ISBN: 9588205646

11. BATOOL, Ammara, SALEH, Tawfik A. Removal of toxic metals from wastewater in constructed wetlands as a green technology; catalyst role of substrates and chelators. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. [en línea]. Febrero 2020, vol. 189 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.10.003>

12. BEHLING, Elisabeth et al., Eficiencia de un reactor anaeróbico en el tratamiento del efluente de una tenería. *Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (DISA)* [en línea]. 2005. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/bolcib/v38n3/art_04.pdf

13. BOSHOFF, G., DUNCAN, J. y ROSE, P.D. Tannery effluent as a carbon source for biological sulphate reduction. *Water Research* (38): 2651-2658. 2004. ISSN 00431354. DOI 10.1016/j.watres.2004.03.030.
14. CALHEIROS Cristina SC [et al]. Use of constructed wetland systems with Arundo and Sarcocornia for polishing high salinity tannery wastewater. *Journal of Environmental Management* [en línea]. Marzo 2012, vol. 95 [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.10.003>
15. CALHEIROS Cristina SC, RANGEL António OSS, CASTRO Paula ML. Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with Typha latifolia and Phragmites australis. *Bioresource Technology* [en línea]. Julio 2009, vol. 100 [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.050>
16. CAMPOS, Antonia. Optimización de la Digestión Anaerobia de Purines de Cerdo mediante Co- digestión con Residuos Orgánicos de la Industria Agroalimentaria. Tesis (Doctor Ingeniero Agrónomo). España: Universitat de Lleida, 2001. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8229/Tecp1de1.pdf>
17. CANALES, Diana. Eficiencia de un Reactor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) para el Tratamiento de Aguas Residuales. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Científica del Sur, 2019. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/UCS/1273/TB-Canales%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. CARREAZO, et al. Efectos en la salud asociados a la exposición ambiental a productos químicos generados en la industria del curtido en una población del barrio San Benito y su área de influencia durante el 2017. Tesis. Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A, 2017. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/827/1/TRABAJO%20FINAL%20CORREGIDO%20CURTIEMBRES.pdf>
19. Castro, J., et al. Remoción de materia orgánica en reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente en el tratamiento de aguas residuales del camal de Huancavelica. *Rev. Soc. Quím. Perú* [en línea]. Setiembre 2019, Vol.85. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n3/a08v85n3.pdf>

20. CASTRO, Jerson. Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1648>
21. CERVANTES, A, et al., Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua tratada en un reactor UASB escala piloto. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* [en línea]. 2011, vol. 10. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000100008&lng=es&tlng=es
22. Chemical and biological treatment technologies for leather tannery chemicals and wastewaters: A review. por LOFRANO, G [et al]. *Science of the Total Environment*, 61-462: 265-281, 2013. ISSN 00489697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2013.05.004.
23. CHEN, Fu., et al. Treatment of tannery wastewater using a combined UASB (2 stage)-ozonation-BAF system. *Desalination and Water Treatment* [en línea]. Junio 2018. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326855294_Treatment_of_tannery_wastewater_using_a_combined_UASB_2_stage-ozonation-BAF_system
24. CHERNICHARO, Carlos. Principios del Tratamiento Biológico de Aguas Residuales Reactores Anaerobios. 1. a ed. Brasil: Universidad Federal de Minas Gerais, 2007. 13 pp. ISBN: 978-958-8609-55-3
25. CHERNICHARO, Carlos. Reactores anaeróbios. 2.a ed. Belo Horizonte: Universidad Federal de Minas Gerais, 2007. 380 pp.
26. CORRALES, Lucia et al., Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova* [en línea]. Junio 2015. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000200007&lng=en&tlng

27. DEVECI, E.Ü., et al. Enhancing treatability of tannery wastewater by integrated process of electrocoagulation and fungal via using RSM in an economic perspective. *Process Biochemistry* (84): 124-133. 2019. ISSN 13595113. DOI 10.1016/j.procbio.2019.06.016.
Disponible en: https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/CCAL_001-2018.pdf
28. DOTRO, Gabriela [et al]. Performance of pilot-scale constructed wetlands for secondary treatment of chromium-bearing tannery wastewaters. *Journal of Hazardous Materials* [en línea]. Noviembre 2012, vol. 240 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.050>
29. EL-SHEIKH, M.A., SALEH, H.I., FLORA, J.R. y ABDEL-GHANY, M.R. Biological tannery wastewater treatment using two stage UASB reactors. *Desalination* [en línea] 2011. vol. 276, no. 1-3, pp. 253-259. [Fecha de consulta: 07 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.060> ISSN 00119164. DOI 10.1016/j.desal.2011.03.060.
30. Energy potential of biogas and sludge from UASB reactors in the State of Paraná, Brazil por MARONEZE, M.M., [et al]. *Revista Ambiente & Agua*, 15(1): 445-458, 2020. ISSN 1980993X. DOI 10.4136/1980-993X.
31. ENGIDA et al. Review paper on horizontal subsurface flow constructed wetlands: potential for their use in climate change mitigation and treatment of wastewater. *School of Resources and Environmental Engineering* [en línea]. Julio 2019 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020]. Disponible en: http://aloki.hu/pdf/1801_10511089.pdf
32. Enhanced sulfate reduction and trichloroethylene (TCE) biodegradation in a UASB reactor operated with a sludge developed from hydrothermal vents sediments: Process and microbial ecology por GUERRERO, C., [et al]. *International Biodeterioration and Biodegradation*, vol. 94, pp. 182-191, 2014 ISSN 09648305. DOI 10.1016/j.ibiod.2014.07.015.
33. Evaluación para la sustitución de procesos y/o productos químicos para a producción limpia en la Industria de Curtiembres [en línea]. Perú: Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica. Mayo 2018. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020].
34. FERNÁNDEZ-POLANCO, Fernando y SEGHEZZO, Lucas. Diseño De

Reactores Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB). Proyecto mejora de las economías regionales y desarrollo local [en línea]. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2015 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/31752963/DISE%C3%91O_DE_REACTORES_UP_FLOW_ANAEROBIC_SLUDGE_BLANKET_UASB

35. FLORES, Laura. Constructed wetlands for winery wastewater treatment: A comparative Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment Engineering* [en línea]. Junio 2019, vol. 659 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.348>
36. Full scale experience with tannery water management: An integrated approach por MANNUCCI, A., [et al]. *Water Research*, 19: 613-624, 2019. ISSN 00431354. DOI 10.1016/j.watres.2019.104723.
37. GANDARILLAS, Vanessa et al., Revisión de las experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante reactores UASB en Cochabamba-Bolivia comparadas con las de Latinoamérica, India Y Europa. *Investigación & Desarrollo* [en línea]. Junio 2017. Vol. 1. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312017000100008&script=sci_arttext ISSN 2518-4431
38. GARCÍA- AVILA, Fernando. Treatment of municipal wastewater by vertical subsurface flow constructed wetland: Data collection on removal efficiency using Phragmites Australis and Cyperus Papyrus. *Data in Brief* [en línea]. Junio 2020, vol. 30 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105584>
39. GOSWAMI, S. y MAZUMDER, D. Comparative study between activated sludge process (ASP) and moving bed bioreactor (MBBR) for treating composite chrome tannery wastewater. *Materials Today: Proceedings* [en línea] 2016. vol. 3, no. 10, pp. 3337-3342. [Fecha de consulta: 07 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2016.10.015> ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2016.10.015.
40. GRACEPAVITHRA, K., et al. A review on cleaner strategies for chromium industrial wastewater: Present research and future perspective. *Journal of Cleaner Production* [en línea] 2019. vol. 228, pp. 580-593. [Fecha de consulta: 07 de octubre del 2020] Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.117>
ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.04.117.

41. HAYDAR, S. y AZIZ, J.A. Characterization and treatability studies of tannery wastewater using chemically enhanced primary treatment (CEPT)-A case study of Saddiq Leather Works. *Journal of Hazardous Materials* (163): 1076-1083, 2009.
ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2008.07.074.

42. HUSSAIN, A. y DUBEY, S.K. Specific methanogenic activity test for anaerobic degradation of influents. *Applied Water Science* (7): pp. 535-542. 2017. ISSN 2190-5487. DOI 10.1007/s13201-015-0305-z.

43. Impact of post-tanning chemicals on the pollution load of tannery wastewater por HANSEN, É., [et al]. *Journal of Environmental Management* (269) febrero 2020. ISSN: 2077-9917. DOI 10.1016/j.jenvman.2020.110787.

44. JIMENEZ Torres, N. Diseño de un reactor biológico de fangos activos. Tesis (Trabajo de Grado Ciencias Ambientales). España: Universidad de Almería, Área de Ingeniería Química. 2014. pp. 37.

45. JIRAPRASERTWONG, Archiraya, MAITRIWONG, Kiatchai., y CHAVADEJ, Sumaeth. Production of biogas from cassava wastewater using a three-stage upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. *Renewable Energy* [en línea]. Enero 2019, vol. 130. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.034>

46. KORPE, S., et al. Tannery wastewater treatment by cavitation combined with advanced oxidation process (AOP). *Ultrasonics Sonochemistry* [en línea] 2019. vol. 59, no. March, pp. 104723. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104723>
ISSN 18732828. DOI 10.1016/j.ultsonch.2019.104723.

47. KUMARESAN SARANKUMAR, R., et al. Bioreduction of hexavalent chromium by chromium resistant alkalophilic bacteria isolated from tannery effluent. *Journal of King Saud University - Science* [en línea] 2020. vol. 32, no. 3, pp. 1969-1977. [Fecha de consulta: 07 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.02.010>
ISSN 10183647. DOI 10.1016/j.jksus.2020.02.010.
48. KUNDU, Pradyut, DEBSARKAR, Anupam, MUKHERJEE, Somnath. Anoxic-oxic treatment of abattoir wastewater for simultaneous removal of carbon, nitrogen and phosphorous in a sequential batch reactor (SBR). *Environmental Engineering Division, Department of Civil Engineering, Jadavpur University* [en línea]. 2016, vol. 3 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2016.10.011>
49. LIBERAL, V., et al. Una alternativa de Optimización del Sistema de Tratamiento de Efluentes de una Curtiembre en Salta, Argentina. *Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente* [en línea]. 2010.[Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/100789/Documento_completo.pdf?sequence=1
50. LLANO, Biviana et al., Tratamiento Fisicoquímico de las Aguas Residuales Generadas en el Proceso de Beneficio de Arcillas y Alternativas de Uso de los Lodos Generados en el Proceso. *Universidad de Antioquia* [en línea]. Enero 2014. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v25n3/art10.pdf>
51. LORA, Rafaela et al., Technology overview of biogas production in anaerobic digestion plants: A European evaluation of research and development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Diciembre 2017. vol. 80. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.079>
52. MAHARAJA, M., et al. Treatment of tannery saline wastewater by using effective immobilized protease catalyst produced from salt tolerant *Enterococcus*

feacalis. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea] 2017. vol. 5, no. 2 [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2017.04.014>
ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2017.04.014.

53. MAHMOUD, El-Sheikh et al., Biological tannery wastewater treatment using two stage UASB reactors. *Desalination*. [en línea]. Abril 2011. Vol. 276. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.060>
54. MANNUCCI, A., et al. Anaerobic treatment of vegetable tannery wastewaters: A review. *Desalination* [en línea] 2010. vol. 264, no. 1-2, pp. 1-8. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2010.07.021>
ISSN 00119164. DOI 10.1016/j.desal.2010.07.021.
55. MÁRQUEZ, Marjorie y MARTÍNEZ, Sergio. Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA's o UASB) Antología [en línea]. Mexico: Centro Tecnológico Aragón, 2011 [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/M%C3%81RQUEZ%20y%20MART%C3%8DNEZ%202011%20Reactores%20Anaerobios.pdf
56. MASI, Fabio [et al]. Evaporation-condensation of oil mill wastewater: Evaluation of condensate treatability through SBR and constructed wetlands. *IRIDRA* [en línea]. Noviembre 2014, vol. 80 [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.11.008>
57. MEKONNEN, A., LETA, S. y NJAU, K.N. Anaerobic treatment of tannery wastewater using ASBR for methane recovery and greenhouse gas emission mitigation. *Journal of Water Process Engineering* [en línea] 2017. vol. 19, no. March, pp. 231-238. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.07.008>
ISSN 22147144. DOI 10.1016/j.jwpe.2017.07.008.
58. MERCHÁN, Diana. Arranque y operación de un reactor U. A. S. B. en la procesadora avícola de Risaralda. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Ingeniería Química, 1996.

59. MORALES, Edson. Evaluación de la tratabilidad del efluente generado por la planta piloto de leche UNALM aplicando un reactor UASB. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2101>
60. MORALES, Edson. Evaluación de tratabilidad de efluente generado por la planta piloto de leche UNALM aplicando un reactor UASB 2014. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2101>
61. MORALES, Gilberto et al., Diesel degradation by emulsifying bacteria isolated from soils polluted with weathered petroleum hydrocarbons. *Applied Soil Ecology* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 121. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.003>
62. MORILLO, Fernanda y FAJARDO, Eliana. Estudio de dos Reactores UASB para el Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario La Esmeralda. Tesis (Título de Especialista en Ingeniería Ambiental – Área Sanitaria). Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2005. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3471/fernandacristinamorilloleon.2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
63. MPOFU, A., OYEKOLA, O. y WELZ, P. Co-digestion of tannery waste activated sludge with slaughterhouse sludge to improve organic biodegradability and biomethane generation. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea]. Noviembre 2019. vol. 131. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.09.018>
64. NADIA, Ayelen. Tratamiento de Efluentes Líquidos Industriales para una Industria Gráfica con Sistema de Impresión Offset. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Buenos Aires: Universidad Nacional San Martín, 2018. Disponible en: https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/handle/123456789/518/PFI_3IA_2018_BAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
65. NIVALA, Jaime. Vertical flow constructed wetlands for decentralized wastewater treatment in Jordan: Optimization of total nitrogen removal. *Science of The Total*

Environment Engineering [en línea]. Junio 2019, vol. 671 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.376>

66. PACCO, Anyi et al., Propuesta de parámetros de diseño de un reactor UASB para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *Scientia Agropecuria* [en línea]. 2018, vol. 9. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n3/a09v9n3.pdf>
67. PARADA, Mabel, et al. Estudio de las tecnologías para el tratamiento de los efluentes generados por una planta de curtiembres en Ecuador. *Revista Ciencia e Ingeniería* [en línea]. Julio 2019, Vol. 40. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/view/15110/21921926207>
68. PAVLOSTATHIS, SG y GIRALDO, E. Kinetics of Anaerobic Treatment [en línea]. Londres: Water Science & Technology., 1991 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/24/8/35/24201/Kinetics-of-Anaerobic-Treatment?redirectedFrom=fulltext>
69. PEÑAFIEL, Rodny y OCHOA-HERRERA, Valeria. Remoción de contaminantes de aguas residuales del procesamiento de pieles mediante un reactor de mezcla controlada. Universidad San Francisco de Quito [en línea]. Octubre 2013. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303894493_Remocion_de_contaminantes_de_aguas_residuales_del_procesamiento_de_piel_mediante_un_reactor_de_mezcla_controlada
70. PIERRE, Maria et al., Nitrogen and cod removal from tannery wastewater using biological and physicochemical treatments. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* [en línea]. Setiembre del 2016. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302016000300063&script=sci_arttext&tlnq=en

71. POLIZZI, C., ALATRISTE-MONDRAGÓN, F. y MUNZ, G. The role of organic load and ammonia inhibition in anaerobic digestion of tannery fleshing. *Water Resources and Industry* [en línea] 2018 vol. 19, pp. 25-34. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wri.2017.12.001> ISSN 22123717. DOI 10.1016/j.wri.2017.12.001.
72. PROPOSAL design parameters of a UASB reactor treating swine waster por Anyi Pacco [et al]. *Scientia agropecuaria* [en línea]. Junio-agosto 2018. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2019]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000300009
73. PRZYSTAŚ, Wioletta, ZABŁOCKA-GODLEWSKA, Ewa y GRABIŃSKA-SOTA, Elżbieta. Efficiency of decolorization of different dyes using fungal biomass immobilized on different solid supports. *Brazilian Journal of Microbiology* [en línea]. Junio 2018. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-83822018000200285&script=sci_arttext ISSN 1678-4405
74. RAMÍREZ, S., et al., Investigation of pilot-scale constructed wetlands treating simulated pre-treated tannery wastewater under tropical climate. *Chemosphere* [en línea] 2019. vol. 234, pp. 496-504. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.081> ISSN 18791298. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.06.081.
75. RAMIREZ, Susana [et al]. Performance of pilot-scale constructed wetlands for secondary treatment of chromium-Investigation of pilot-scale constructed wetlands treating simulated pre-treated tannery wastewater under tropical climate. *Chemosphere* [en línea]. Noviembre 2019, vol. 234 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.081>
76. RAVINDRANATH, E., et al. Green Energy from the Combined Treatment of Liquid and Solid Waste from the Tanning Industry Using an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. *American Chemical Society* [en línea]. Febrero 2015. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ef5022686#>

77. RUIZ, I. y ÁLVAREZ, J. y SOTO, M. El potencial de la digestión anaerobia en el tratamiento de aguas residuales urbanas y efluentes de baja carga orgánica. Universidad de La Coruña. Facultad de Ciencias, 1999. p 51-55
78. SAEED, Tanveer, KHAN, Tanbir. Constructed wetlands for industrial wastewater treatment: Alternative media, input biodegradation ratio and unstable loading. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea]. Abril 2019, vol. 7 [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719301654?via%3Dihub>
79. SALGADO, A., 2007. Evaluación Del Rigor Metodológico Y Retos. *Liber.* [en línea] vol. 13, no. 13, pp. 71-78. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009&lng=es&nrm=iso
ISSN 1729-4827
80. SAWALHA, H., et al 2020. *Waste Biorefinery* :Tannery wastewater treatment and resource recovery options [en línea]. Países Bajos: *Elsevier*. pp. 679-705, 2020. [fecha de consulta: 18 de marzo de 2005]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818228-4.00025-3>
ISBN 9780128182284.
81. SCHWARZENBACH, R., et al. The Challenge of Micropollutants in Aquatic Systems. *Science* (313): 1072-1077, 2006.
82. SEGHEZZO, Lucas et al., The anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors. *Bioresource Technology* [en línea] 1998. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(98\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(98)00046-7)
83. SENTHILNATHAN, R., THIRUMAVALAVAN, K. Kinetic analysis of the batch sequencing reactor for the Tanneries wastewater treatment. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research* [en línea]. Agosto 2020, vol. 8 [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter66882020.pdf>

84. SODHI, V., BANSAL, A. y JHA, M.K. Excess sludge disruption and pollutant removal from tannery effluent by upgraded activated sludge system. *Bioresource Technology* [en línea] 2018. vol. 263, pp. 613-624. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.118>
ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2018.04.118.
85. TAMERSIT, S. y BOUHIDEL, K.E. Treatment of tannery unhairing wastewater using carbon dioxide and zinc cations for greenhouse gas capture, pollution removal and water recycling. *Journal of Water Process Engineering* [en línea] 2020. vol. 34, pp. 101120. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.101120>
ISSN 22147144. DOI 10.1016/j.jwpe.2019.101120.
86. TAMILCHELVAN, P. y MOHAN, S. Anaerobic Digestion Treatment of Tannery Waste Water. *International Conference on Current Trends in Engineering and Technology* [en línea]. Vol. 2. Julio 2013. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.417.1776&rep=rep1&type=pdf>
87. The influence of physical-chemical and biological factors on the removal of faecal coliform through down-flow hanging sponge (DHS) system treating UASB reactor effluent por TAWFIK, A., [et al]. *Water Research*, 40 (9): 877-1883, 2006. ISSN 00431354. DOI 10.1016/j.watres.2006.02.038.
88. TORRES, Gian Marco. Humedal artificial con la especie *Typha dominguensis* para el tratamiento de aguas grises domésticas, AA.HH. San Benito – Carabayllo, 2017. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28338>
89. TORRES, Patricia y PÉREZ, Andrea. Actividad metanogénica específica: una herramienta de control y optimización de sistemas de tratamiento anaerobio de aguas residuales. *Universidad del Valle* [en línea]. 2010 [Fecha de consulta: 10

de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434001.pdf>

90. UMAIYAKUNJARAM, R. y SHANMUGAM, P. Study on submerged anaerobic membrane bioreactor (SAMBR) treating high suspended solids raw tannery wastewater for biogas production. *Bioresource Technology* [en línea] 2016. vol. 216, pp. 785-792. [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.06.017>
ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2016.06.017.
91. VARGAS, Alba y MARTÍNEZ, Yud. Tratamiento biológico de aguas residuales generadas en la universidad libre sede bosque popular por medio del sistema de reactor anaerobio de flujo ascendente UASB a escala piloto. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Bogotá: Universidad Libre. 2013. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11326/TRATAMIENTO%20BIOL%c3%93GICO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES%20GENERADAS%20EN%20LA%20UNIVERSIDAD%20LIBRE%20SEDE%20BOSQUE%20POPULAR%20P.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
92. VYMAZAL, Jan. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment [en línea]. 1.a ed. Republica Checa: Czech University of Life Sciences in Prague, 2018 [fecha de consulta: 18 de marzo de 2005]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11238-2>
93. WEI-HONG, Liu [et al]. Advanced tannery wastewater treatment using the combination of UASB, SBR, electrochemical oxidation and BAF. *Entomological Biopharmaceutical Institute, Dali University* [en línea]. Junio 2016 [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jctb.5037>
94. WIEGANT, W.M., et al., Full scale experience with tannery water management: An integrated approach. *Water Science and Technology* [en línea] 1999. vol. 39, no. 5, pp. 169-176. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020] Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00099-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00099-2)
ISSN 02731223. DOI 10.1016/S0273-1223(99)00099-2.
95. WYSTALSKA, Katarzyna, SOBIK-SZOŁTYSEK, Jolanta. Sludge from tannery industries. *Institute of Environmental Engineering, Czestochowa University of*

Technology [en línea] 2019. [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2020]
Disponible en: doi:10.1016/b978-0-12-815907-1.00002-7

96. ZAVALA-RIVERA, Christian, et al. Anaerobic removal of the brl direct blue dye in Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) with activated carbon. *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea]. Octubre 2015. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752015000200007
97. ZHOU, Hombre et al., Methanogenic activity and microbial communities characteristics in dry and wet anaerobic digestion sludges from swine manure. *Biochemical Engineering Journal* [en línea]. 2019, vol. 152. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.107390>

ANEXOS

Anexo N.º 1. Tabla de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos	
<i>Título</i>	
<i>Autor (es)</i>	
<i>Objetivos</i>	
<i>Tipo de documento</i>	
<i>Nombre de revista u editorial.</i>	
<i>Características de las aguas residuales de curtiembre</i>	
<i>Equipo de Tratamiento</i>	UASB
<i>Porcentaje de remoción</i>	