



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS
INDUSTRIALES LÍQUIDOS, UNA REVISIÓN DE
LA LITERATURA.”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Bach. Flor de María Alvarado Sánchez

Asesor:

MBA. Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca - Perú

2018



DEDICATORIA

A mí amado padre, Segundo
Fidel Alvarado Estrada por haber
inculcado en mí su personalidad, el
carácter, actitud y voluntad para poder
superar cualquier adversidad.



AGRADECIMIENTO

A Dios, Universo y Vida, por ser el maravilloso trio que guía, protege e ilumina mi existencia. A mi pequeña hija Cielo Yhannel por ser mi ángel que llena de alegría mis días.



Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
RESUMEN.....	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	9
CAPÍTULO III. RESULTADOS	14
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	20
REFERENCIAS	26



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Artículos revisados en los diferentes resultados</i>	10
Tabla 2 <i>Artículos analizados por base de datos en los 3 últimos años</i>	15
Tabla 3 <i>Lista de artículos seleccionados</i>	18



RESUMEN

El tratamiento de residuos Industriales líquidos presenta importancia, desde 1970, se ha generado residuos industriales líquidos y en muy pocos procesos se hizo su debido tratamiento de los mismos. El estudio de tratamiento de residuos industriales líquidos (RIL) surgió a partir de la necesidad de dar solución a esta coyuntura a nivel mundial. A este respecto, se conoce que, existe en Latinoamérica menos del 5% de aguas de alcantarillado que son tratadas. En esta revisión sistemática se tomó en cuenta los artículos de las fuentes confiables de información Redalyc, Google Académico, Scielo, dicha selección se hizo tomando en cuenta el contenido que tiene que guardar relación con el tratamiento de residuos líquidos provenientes de diferentes procesos industriales. Para ello se seleccionó artículos realizados desde el año 2014 hasta la actualidad, de donde se eligieron a 25 de ellos, obteniendo como resultado un conocimiento sobre la mejor disposición de residuos líquidos. Concluyendo que a nivel mundial no se viene realizando procesos eficientes para tratar residuos; el cual limita el grado de calidad en suministros de agua pues cada vez se tiene mayor contaminación de dicho elemento y asimismo es uno de los factores que tienen un alto grado de impacto ambiental.

PALABRAS CLAVES: Residuos líquidos, tratamiento, procesos, residuos industriales, efluente.



CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está intentado mitigar el impacto ambiental el cual es un problema mundial, uno de los factores de contaminación latente son los residuos industriales líquidos. Según, (Roque Vargas, 2004) nos dice que: el cuidado del medio ambiente es un tema a tratar de mucha importancia, para la futura civilización, el elemento líquido es vital en los ciclos de vida y se debe evitar la contaminación de las aguas.

Las industrias tienen que trabajar bajo un criterio ambientalista, responsabilidad social, con la necesidad básica de tratamiento de residuos industriales líquidos, buscar procesos óptimos y adecuados para su reutilización, así mismo como señalan, (Berrio, Beltran, Agudelo, & Cardona, 2012), estos deben ser tratados y clasificados según su grado de contaminación. Así mismo, la industria está en la obligación de responder y acatar las normativas ambientales impuestas en los últimos años por el Ministerio de Ambiente (MINAM), se ha visto con la necesidad de buscar nuevos procesos de tratamiento de los efluentes líquidos que genera en consecuencia de sus actividades laborales y productivas. Pues a pesar de la tecnología de hoy en día y del esfuerzo que se viene realizando aún existen falencias en el tema, tal como dice, (Barañaño & Tapia, 2016) hay mucha carencia en los procesos y tratamientos avanzados, relacionados a la desinfectación de los RIL (Residuos Líquidos Industriales).

Este estudio se realiza con la finalidad de entender las mejores alternativas de tratamientos que se puede brindar a los residuos industriales líquidos, para ello este estudio



busca dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los tratamientos actualmente aplicados para los Residuos Industriales Líquidos?

El estudio del tema se da a partir de la necesidad de buscar nuevas y mejores procesos de tratamiento de residuos industriales líquidos, para generar un buen ambiente y con menos porcentaje de contaminación. Así. (Virosa & Sánchez, 2015), nos dice que, el buen manejo de los procedimientos para el tratamiento de residuos líquidos, asegura la mitigación de la contaminación del ecosistema.

Así también la investigación en torno al tratamiento de residuos industriales líquidos se da con el propósito de entender y conocer más sobre el tema de procesos de tratamientos de residuos industriales líquidos (RIL) y brindar una aportación oportuna y eficiente, además que, según los estudios realizados aportar con la mejora de estos procesos para futuras estudios del tema, es por ello que se revisa estudios realizados en los últimos años. Tal como refiere, (Arango, 2015), que es necesario crear técnicas innovadoras con resultados más rápidos y óptimos para el tratamiento de residuos líquidos.

Los datos de la Investigación publicados en los últimos tres años indican que el tratamiento de residuos industriales líquidos es de vital importancia para asegurar una calidad de vida, a través de la conservación del medio ambiente, tal como lo dice, (Reynolds, 2015), es evidente la necesidad de implementar mejores prácticas de saneamiento y desecho de residuos líquidos, para generar un entorno de vida saludable.



CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica con base a la adaptación en la metodología al formato APA [American Psychological Association (Asociación Estadounidense de Psicología)]. La pregunta de investigación establecida fue, ¿Cuáles son los tratamientos actualmente aplicados a los residuos líquidos Industriales?

Esta revisión sistemática se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios de selección y exclusión de documentos:

Buscar estudios anteriores relacionados al tema a realizar procedimientos de tratamiento de residuos industriales líquidos, en artículos revistas o libros.

Se ha dado prioridad a las investigaciones realizadas en los últimos 3 años, pero también se consideró un porcentaje menor de información de años anteriores por contar con un importante aporte a esta investigación.

El idioma en el que se ha buscado ha sido el español, pero también se ha tomado artículos referentes al análisis de estudio en inglés y portugués.

Se ha considerado los estudios que tratan de procesos de tratamientos de aguas residuales en distintas empresas que han innovando diferentes técnicas y procesos.

Las razones porque se han empleado estos criterios es que se necesita obtener un resultado confiable que pueda servir como apoyo a otros estudios o trabajos en este tema de tratamiento de residuos industriales líquidos.

Nuestras principales fuentes de información fueron. Biblioteca virtual UPN, Redalyc, Scielo y Google Académico, las cuales son consideradas como fuentes más confiables por la profundidad de análisis en sus estudios.

En todos los artículos mencionados que se seleccionaron como base de datos y utilizaron las palabras clave: residuos industriales, procesos, tratamiento, residuos líquidos, además de frases como; procesos de mitigación de contaminación de efluentes líquidos, normas para el tratamiento de aguas residuales.

A continuación, en la tabla 1 muestra todos los estudios que fueron revisados para la elaboración de esta revisión sistemática.

Tabla 1

Artículos revisados en los diferentes resultados

Fuente	Diseño Metodológico	País	Breve Descripción
Google Académico	Revisión	Chile	En este trabajo se destaca los: "Conceptos básicos y formas de Tratamiento" de Residuos Líquidos Industriales.
Redalyc	Revisión	Brasil	Este estudio refiere a: Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica.
Google Académico	Revisión	Cuba	En esta investigación se detalla: El Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos.
Redalyc	Revisión	Medellín	En este estudio encontramos un procedimiento en lo que refiere a Sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados.

Redalyc	Revisión	Chile	En este estudio de tesis se realiza una mejora en un Tratamiento de las Aguas Servidas: Situación en Chile
Scielo	Revisión	Brasil	Este estudio Refiere a el proceso de Diseño de un pre-tratamiento para acondicionar residuos líquidos para su valorización energética en un reactor termo-catalítico.
Google Académico	Revisión	México	Este estudio se realiza para analizar la propuesta de manejo de los lodos residuales de la planta de tratamiento de la ciudad industrial del valle de Cuernavaca del estado de Morelos, México.
Redalyc	Revisión	Colombia	En este estudio se hace referencia a el aprovechamiento de residuos industriales como combustibles
Scielo	Revisión	México	En este artículo se estudian las Alternativas ambientales para la Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México
Redalyc	Revisión	México	En este estudio se centra principalmente a evaluar los Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales
Scielo	Revisión	España	En este estudio encontramos un procedimiento en lo que refiere a tratamiento de aguas residuales contaminadas con 2-cloro fenol mediante oxidación catalítica por vía húmeda.
Scielo	Revisión	Habana	En este estudio de tesis se realiza una mejora en un procedimiento para el manejo de residuales líquidos industriales. Aplicación en Gydema, Cienfuegos

Redalyc	Revisión	Cuba	Este estudio Refiere a los resultados de la gestión de los residuos líquidos empresariales de la refinería estatal esmeraldas, república del ecuador.
Redalyc	Revisión	Perú	Este estudio se realiza para ver opciones de solución al problema de contaminación por residuos líquidos de la industria del hierro.
Redalyc	Revisión	Chile	En este estudio se hace referencia a la gestión integral de residuos líquidos: estudio de caso de una planta refinadora de aceite de pescado.
Redalyc	Revisión	Sao Paulo	Em este artículo se estudian lá Extração por solventes aplicada à recuperação de metais e da água a partir de resíduos industriais e efluentes líquidos.
Redalyc	Revisión	Colombia	En este estudio se centra principalmente a como evaluar un procedimiento de electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales tratamiento de aguas residuales
Scielo	Revisión	México	Este estudio refiere a el proceso de rehusó del agua residual tratada en México.
Scielo	Revisión	Habana	Este estudio se realiza para el Tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas
Redalyc	Revisión	Bogotá	En este artículo se estudian el Tratamiento de aguas residuales textiles mediante un biorreactor de membrana.
Scielo	Revisión	Colombia	En este estudio se hace referencia al aprovechamiento de residuos industriales como combustibles.
Google Académico	Revisión	Ecuador	En este artículo se centra principalmente en el estudio de viabilidad económica para el tratamiento de aguas residuales a través de un análisis coste beneficio.

Biblioteca Virtual	Revisión	Costa Rica	En este artículo se analiza la Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica
Google Académico	Revisión	Bolivia	Este estudio se realiza para analizar la gestión ambiental de aguas residuales industriales con mercurio proveniente de la minería aurífera a nivel mundial.
Scielo	Revisión	Brasil	Este estudio refiere a ver una alternativa limpia para el tratamiento de las aguas residuales galvánicas: revisión bibliográfica
Scielo	Revisión	España	Este estudio se realiza para Evaluación del sistema tratamiento de residuales líquidos generados en una central eléctrica operando con "fuel oil". Alternativas tecnológicas
Biblioteca Virtual	Revisión	Chile	Tratamiento de Residuos Líquidos de la Industria de Celulosa y Textil.



CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el estudio se realizó una búsqueda de los últimos 3 años que arrojan resultados, tal como: Redalyc, 10 artículos, biblioteca virtual, 6 artículos, Scielo, 9 artículos, Google académico, 13 artículos. Sumando un total de 38 artículos obtenidos de los cuales a partir de un criterio de inclusión y exclusión se redujo a 10 artículos en los cuales se basará la presentación de resultados. Cabe indicar que para esta selección también se tomó en cuenta el idioma ya que hay mayor cantidad de investigaciones que han sido publicadas en idiomas extranjeros en los cuales resalta el inglés, este es el caso de la mayoría de reglamentos que son muy necesarias en todo lo referente al cuidado del medio ambiente, es por ello que se ha incluido dentro de nuestros artículos seleccionados al Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, y la Ley general del Ambiente, N° 28611 el cual establece objetivos prioritarios, lineamientos, contenidos principales y estándares nacionales de obligatorio cumplimiento para asegurar el normal desarrollo de las actividades públicas y privadas (actividades Industriales).

A continuación, mostramos en la tabla 2 donde se aprecia los artículos que se encontraron en cada año en las diferentes bases de datos que se utilizó en la búsqueda de información para este estudio.

Tabla 2

Artículos analizados por base de datos en los 3 últimos años

Año		Redalyc	Bibliote Virtual	Scielo	Google Académico	Total
2015	frec	3	2	4	7	10
	%	20%	15%	30%	35%	100%
2016	frec	5	1	2	2	6
	%	18%	12%	23%	47%	100%
2017	frec	2	3	3	4	9
	%	23%	18%	32%	27%	100%

En la tabla número 02 se puede observar el porcentaje de artículos encontrados en cada base de datos de acuerdo al año.

De todos estos artículos obtenidos, se realizó una selección de acuerdo a las palabras claves que se utilizó en la búsqueda de los mismos. Dicha selección se hizo teniendo en cuenta su contenido y la importancia de su estudio para dar respuesta a la incógnita que se tiene sobre el tema en investigación.

Sobre tratamiento de residuos industriales líquidos.

Del total de 38 artículos revisados se seleccionaron a 5 de ellos que nos hablan sobre los procesos y criterios a tener en cuenta al momento de realizar un tratamiento de residuos industriales líquidos, entre estos artículos tenemos a los siguientes: Reglamento de la Ley General del Ambiente N° 28611 del Ministerio de Ambiente (MINAM) la cual indica bajo que parámetros deben trabajar las industriales para el cuidado del medio ambiente y mitigar el impacto ambiental. (Aguiar Roque, Rodríguez Muñoz, Fernández Santana, & Cabrera Galdo, 2017), en este artículo se encuentra un estudio enfocado principalmente a lo relacionado con el procedimiento para calificación de los distintos procesos de tratamiento



del residual líquido de pelambre de una tenería. (Martinez, Martinez, Rodriguez, Domiguez, & Martinez, 2018). El presente trabajo se realizó en una Central Eléctrica (CE) “fuel oíl de tecnología HYUNDAI” de la ciudad de Santa Clara. Tiene como objetivos evaluar el sistema de tratamiento de los residuales líquidos oleosos (lodos) generados en el proceso de centrifugación del y el aceite y proponer mejoras viables desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y que permiten que el efluente cumpla con los LMP (Limites Máximo Permisibles). (Barrantes & Nuñez, 2017) En este trabajo se evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica, lo cual tiene por objetivo lograr que los efluentes de los procesos domésticos e industriales sean dispuestos sin peligro para la salud humana y con la menor afectación posible para el ambiente. (Sánchez, 2017). Este trabajo tiene por objetivo discutir de forma general la cobertura de saneamiento de las aguas residuales municipales en México, conocer específicamente la situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales que se encuentran en estado de abandono o fuera de operación. (De la Cruz Burelo, 2016). En este trabajo se revisan y distinguen estudios realizados con adsorbentes no-convencionales (materiales naturales) empleados como alternativas sustentables para la remoción de metales pesados y colorantes en agua. Esta tecnología resulta sumamente atractiva por su bajo costo, facilidad, simplicidad, alta eficiencia y sobre todo por la degradabilidad de los materiales naturales.

Sobre gestión de tratamiento de residuos líquidos.

De los 38 artículos que se evaluaron en los últimos 3 años también se seleccionaron 3 de ellos que se enfocaban en la gestión de tratamientos líquidos y que se debe tener en cuenta al momento de realizar o calificar un procedimiento, estos artículos fueron publicados



por los siguientes autores: (Hermosilla Espinoza, Oliva San Martín, & Vidal Saez, 2008). El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de una industria refinadora de aceite de pescado, evaluando la implementación de alternativas blandas de producción limpia y proponiendo alternativas de tratamiento para dar cumplimiento legal de las descargas de los efluentes industriales. (Canchingre Bone, Mosquera Quintero, Morales Pérez, & Galán Rivas, 2016), este trabajo tuvo como objetivo evaluar el nivel de gestión de los residuos líquidos de la refinería Esmeraldas. Para realizar la investigación se seleccionan los indicadores que evalúan el nivel de gestión mediante un grupo de expertos elegidos por el método del Coeficiente de Competencia, se miden los indicadores seleccionados, se evalúa el nivel de la gestión; finalmente, se identifican los factores que limitan este proceso. En este estudio se hizo una investigación descriptiva, donde se caracterizó la gestión ambiental que se lleva a cabo en la MAAPE a nivel mundial, en relación con el tratamiento de las aguas residuales industriales con mercurio.

Sobre alternativas de tratamiento de residuos líquidos

Con lo que refiere alternativas de tratamiento de residuos líquidos, se logró rescatar 2 artículos de los 3 analizados en los últimos 3 años, tomando en cuenta los que se enfocaban con mayor énfasis en el estudio del tratamiento de residuos industriales líquidos (RIL) que se debe seleccionar al momento de realizar un proceso de tratamiento. Los artículos que se eligieron para el estudio son de los autores que se mencionan a continuación;

(Espinoza Narváez & Mera Córdoba, 2015). Esta alternativa presentó la mejor viabilidad técnica y ambiental con un 89% comparada con un 62% de la fotocatalisis, así

como los menores costos. Ambos procesos se presentan como una opción ambientalmente sostenible para la eliminación de Cr (VI) dentro de la gestión de residuos líquidos peligrosos.

(Arango, 2015). En este artículo se plantea la electrocoagulación como una alternativa tecnológica para el tratamiento de aguas residuales, haciendo énfasis en su aplicación para la remoción de grasas y aceites que se encuentran formando una emulsión con el agua.

A continuación, en la tabla 3 se indica los artículos que fueron seleccionados de acuerdo a los criterios y palabras claves que se mencionaron como son: Residuos líquidos, tratamiento, procesos, residuos industriales, efluente.

En estos 10 artículos seleccionados, se optó por elegir estudios realizados que más se asemejan a la realidad que se tiene en Perú con respecto a este amplio y complejo tema como es el tratamiento de residuos industriales líquidos.

Tabla 3
Lista de artículos seleccionados

Artículo	Año de Publicación	País	Base de Datos	Institución
Evaluación del sistema tratamiento de residuales líquidos generados en una central eléctrica operando con "fuel oil". Alternativas tecnológicas	2018	Cuba	Scielo	Revista Tecnología Química. Vol. N° 38- Cuba.
Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica	2017	Costa Rica	Redalyc	Artículo de la Universidad de Costa Rica Sede Occidental

Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México	2017	México	Redalyc	Red de Revistas Científicas de América y El Caribe
Tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas	2017	La Habana	Scielo	Revista Ingeniería Hidráulica Ambiental N°1-La Habana
Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales	2016	México	Redalyc	Revista Ingenierías Universidad de Medellín
La Gestión de los residuos líquidos empresariales de la refinería estatal Esmeraldas, República del Ecuador	2016	Cuba	Redalyc	Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Gestión integral de residuos líquidos: estudio de caso de una planta refinadora de aceite de pescado.	2015	Chile	Redalyc	Red de Revistas Científicas de América y El Caribe
Gestión ambiental de aguas residuales industriales con mercurio proveniente de la minería aurífera a nivel mundial	2015	Colombia	Scielo	Universidad y Salud. Artículos de revisión
Electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales tratamiento de aguas residuales	2015	Colombia	Redalyc	Revista Lasallista de Investigación.
Alternativas ambientales para la remoción de cromo hexavalente en residuos líquidos de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño	2015	Colombia	Redalyc	Universidad de Nariño. Colombia



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta parte del estudio se realizó un análisis de artículos (papers) encontrados en las bases de datos Redalyc, Biblioteca Virtual, Scielo y Google Académico, acerca de tratamiento de residuos industriales líquidos, comprendidos en los últimos 3 años 2015, 2016 y 2017 considerando los siguientes aspectos importantes:

En total se analizaron 38 artículos, en las bases de datos mencionados anteriormente, tomando en cuenta los siguientes criterios de selección como, lugar donde se hizo el estudio, idioma y fiabilidad de la fuente. Logrando reducir a 10 artículos los cuales se revisarán para poder tener como base y referencia en esta investigación. Logrando identificar que en estos artículos lo que se busca es encontrar la mejor alternativa y proceso de tratamiento de efluente líquido en la industria, tomando como criterios la calificación de procesos, selección de materiales y parámetros de procedimiento. Cabe indicar que este tipo de estudios sobre tratamiento de residuos líquidos industriales se han empezado a realizar con mayor interés en la última década debido a ciertos desastres ambientales a causa de un mal comportamiento de responsabilidad social y ambientalista de las industrias en tratamiento de sus residuos producidos por la actividad productiva. Se sugiere realizar una investigación más amplia para poder mejorar en este aspecto, puesto que, se tiene que profundizar para poder encontrar aspectos que pueden generar cambios positivos, que muchas veces pasan desapercibidos por ejemplo encontrar respuesta a preguntas tales como:

¿Cómo afectan los residuos industriales líquidos en el medio ambiente? Esto es muy importante de entender y analizar puesto que, los residuos líquidos tienen el potencial de



dañar seriamente el ambiente, el suelo, las plantas, los animales y la salud de los humanos. La industria que genera este tipo de residuos, tiene la responsabilidad de garantizar que esto amenace el ambiente de los alrededores. Esto significa que debe contar con una correcta gestión de residuos líquidos (Sánchez León & Cruz Viroso, 2015).

¿Cuánta importancia tiene el tratamiento de residuos líquidos industriales? Respecto a este tema en los artículos se hace mención a la vital importancia de un control adecuado de la contaminación industrial líquida, ya que esta ataca directamente al suelo y por ende a la vida animal, vegetal y salud humana, es por ello que se estudia los mejores procesos de tratamiento de agua por ser de importancia para asegurar una buena calidad de vida de todos los seres vivos sobre la faz de la tierra, es un tema amplio y de responsabilidad social, en lo que se debe ahondar más la investigación (Spiegel & Maystre, 2015).

¿Cuáles son los principales contaminantes de los residuos industriales líquidos? Según los artículos revisados para este estudio, los principales contaminantes del agua son los siguientes: Basuras, desechos químicos de las fábricas, efluentes de industrias, aguas residuales con metales, otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua), minerales inorgánicos y compuestos químicos. Es por ello la importancia que las Industrias trabajen bajo normas de responsabilidad social y espíritu ambientalista (Nemerow & Dasgupta, 2014).

¿Cuáles son las causas y consecuencias de la contaminación de agua? En el presente trabajo de estudio se encontró en algunos artículos el análisis de las causas de la contaminación del agua, basado en ello es por lo que se puede asegurar que el ser humano es el principal causante de la contaminación del agua, la que puede verse afectada de muchas



maneras: con el vertido de desechos industriales; por culpa del aumento de las temperaturas, que provocan la alteración del agua al disminuir el oxígeno en su composición; o a causa de la deforestación, que origina la aparición de sedimentos y bacterias bajo el suelo y la consiguiente contaminación del agua subterránea, de igual forma, los pesticidas utilizados en los campos de cultivo agrícola se filtran por los canales subterráneos y llegan a las redes de consumo; y también con el vertido accidental de petróleo. Según todo esto podemos decir que, las consecuencias de la contaminación del agua son: En primer lugar, la desaparición de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos, también el ser humano se ve perjudicado a causa de la alteración en la cadena alimentaria y contrae enfermedades al beber o utilizar el agua contaminada. Por esto surge la necesidad que, debemos de garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos (Olvera , Cortés García, Bravo-Garzón, & Viveros Ferrando, 2015).

¿Cuáles la diferencia entre aguas negras y grises? En los artículos estudiados se puede entender la diferencia existente de las aguas negras y grises; las negras son aguas que provienen de la cocina, los lavatorios, bañeras, duchas y bidets de los cuartos de baño.

Por otro lado, a primera vista las aguas grises pueden resultar inservibles, sin embargo, su reutilización consigue disminuir el gasto en agua potable, así como reducir el vertido de aguas residuales, lo cual es importante (Baraño & Tapia , 2013).

¿Qué es un tratamiento de aguas residuales? Según lo leído se puede saber que, el tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, el cual consta de varias etapas y que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano, por otra parte el tratamiento de aguas



residuales de origen industrial incluye el mecanismo y proceso usado para tratar aguas residuales que han sido contaminadas por algún medio, por actividades de origen antropogénico industrial o comercial y luego son liberadas al medio ambiente o reutilizados que sería lo más apropiado (Reynolds K. A., 2014).

¿Cuál es el proceso más común para el tratamiento de aguas residuales? Respecto al tema se supo que, el tratamiento del agua por procesos biotecnológicos, es un proceso natural de la limpieza del agua se realiza gracias a una bacteria que se alimenta de los desechos que contienen las aguas servidas, y que es gracias a esta bacteria, que aparecen los sistemas de tratamiento de aguas por medios biológicos de biodigestión, donde por medio de diversos métodos se pone en contacto dicha bacteria y con el agua para acelerar el proceso natural. Por otro lado, los procesos para el tratamiento de aguas residuales se basan en la eliminación de los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles (LMP) de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales (Berrio L. , Beltran, Agudelo , & Cardona, 2015).

¿Cuáles son los sistemas de tratamiento de residuos líquidos? En base al estudio realizado y en virtud de la diversidad de contaminantes que se pueden presentar en las aguas residuales, vemos que el número de procesos de sistemas de tratamiento de residuos líquidos existentes es también muy amplio, además que, estos procesos se pueden agrupar de acuerdo al tipo de fenómeno o principio en el cual basan su operación. Como por ejemplo, El tratamiento físico-químico compacto de aguas residuales industriales es el procedimiento de separación de contaminantes inorgánicos en agua (precipitación química, adsorción, filtración, intercambio iónico) y es de vital importancia los procesos físicos o químicos, ya que sin ellos resultaría imposible eliminar numerosas sustancias contenidas en las aguas



residuales, así mismo dependiendo de la composición de las aguas residuales, el proceso del tratamiento físico-químico del efluente consta de varios sub pasos, otro sistema es la Ozonización, el ozono posee la capacidad de transformar los contaminantes en sustancias inocuas en un corto periodo de tiempo, por lo tanto este proceso es también muy utilizado para el tratamiento de efluentes líquidos, por otro lado a diferencia de la cloración, la ozonización no produce ningún contaminante secundario, ya que este transforma la materia orgánica en compuestos de bajo peso molecular como el ácido acético. Según algunos artículos este son los sistemas más usados (Rincón & Raposo , 2015).

¿Qué Organismo fiscaliza y regulan los tratamientos de residuos líquidos en el Perú? Según el estudio el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), el cual ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en los temas referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades industriales y económicas, de sectores como la mediana y gran minería e hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera. Los titulares de las actividades económicas descritas deben cumplir con no exceder los LMP para los efluentes que generan antes de que sean descargados a la red de alcantarillado o a los cuerpos receptores. El OEFA es la autoridad facultada para supervisar directamente en estos casos, así como también de aplicar sanciones drásticas en caso se excedan los LMP. (Límites máximo permisibles). Estos resultados favorecen la implementación de procesos en tratamiento y reutilización de fluentes en la industria.



Conclusiones

Se ha concluido que, pese a los estudios realizados sobre el tratamiento de los residuos industriales líquidos, aún se tiene dificultades en la industria para cumplir óptimamente con esta labor de responsabilidad social y de criterio ambientalista. Es por eso que se tiene que realizar estudios exhaustivos y buscar publicaciones que nos puedan ayudar a encontrar respuesta a las interrogantes que aún se tiene, en cierta forma si se ha logrado llegar al objetivo principal que es dar estudio a los tratamientos de residuos líquidos, analizar las mejores alternativas de procesos y/o tratamiento para brindar un aporte y respuestas a los profesionales que se sumen a futuras investigaciones del tema y que se encuentran en este campo de estudio, por lo que se recomienda planificar los pasos a seguir, saber dónde se desarrollara el proceso y en qué condiciones será el trabajo, partiendo de eso se puede proceder a la selección de materiales base y aporte siguiendo las recomendaciones que hace el reglamento de la ley de ambiente del Ministerio Ambiental que se ha tomado como guía.

REFERENCIAS

- Aguiar Roque, Y., Rodríguez Muñoz, S., Fernández Santana, E., & Cabrera Galdo, E. (2017). Tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas. La Habana : Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000100009
- Arango, A. (2015). La Electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520109>
- Barañaño , P. A., & Tapia , L. A. (2013). Tratamiento de las Aguas Servidas: Situación en Chile. *Ciencia & Trabajo*, 111-116.
- Barañaño, D., & Tapia, A. (2016). Tratamiento de las Aguas Servidas: Situación en Chile. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/1694/169424893008/>
- Barrantes, E., & Nuñez, M. (2017). Eficacia del tratamiento de aguas residuales de la Universidad de Costa Rica en la Sede de Occidente, San Ramón, Costa Rica. Obtenido de www.redalyc.org/jatsRepo/5156/515653587026/index.html
- Berrio, L., Beltran, E., Agudelo, S., & Cardona, S. (2012). Sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/299/29900103/>
- Berrio, L., Beltran, O., Agudelo , E., & Cardona, S. (2015). Sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados. *Revista Gestión y Ambiente*, 113-124.
- Burelo, P. (2016). Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/750/75055115004/index.html>
- Canchingre Bone, M. E., Mosquera Quintero, G., Morales Pérez, M., & Galán Rivas, V. (2016). LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS EMPRESARIALES DE LA REFINERÍA ESTATAL ESMEALDAS, REPÚBLICA DEL ECUADOR. Redalyc. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181349355004>
- De la Cruz Burelo, P. (2016). Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Mexico: Redalyc. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/750/75055115004/index.html>
- Espinosa Narváez, G. S., & Mera Córdoba, G. A. (2015). Alternativas ambientales para la remoción de cromo hexavalente en residuos líquidos de los laboratorios especializados de



- la Universidad de Nariño. Obtenido de
<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/handle/6789/2250>
- Hermosilla Espinoza, D., Oliva San Martin, C., & Vidal Saez, G. (2008). Gestión integral de residuos líquidos: estudio de caso de una planta refinadora de aceite de pescado. Redalyc. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29917105>
- Martinez, M., Martinez, L., Rodriguez, I., Domiguez, R., & Martinez, R. (2018). Evaluación del sistema tratamiento de residuales líquidos generados en una central eléctrica operando con "fuel oil". Alternativas tecnológicas. Obtenido de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000100012
- Nemerow, N. L., & Dasgupta, A. (2014). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid: Díaz de Santos.
- Olvera , J. D., Cortés García, R., Bravo Garzón, R., & Viveros Ferrando, L. (2014). Tratamiento de aguas residuales contaminadas con 2-clorofenol mediante oxidación catalítica por vía húmeda. *Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 63-66. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/html/482/48223204/>
- Olvera , J. D., Cortés García, R., Bravo-Garzón, R., & Viveros Ferrando, L. (2015). Tratamiento de aguas residuales contaminadas con 2-clorofenol mediante oxidación catalítica por vía húmeda. 63-67.
- Reynolds, A. (2015). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Obtenido de
http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/documentos_nuevos/DeLaLaveSepOct02.pdf
- Reynolds, K. A. (2014). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. *Agua Latinoamérica*, 2-5.
- Rincón , B., & Raposo , F. (2015). Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. *Grasas y Aceites*, 32-46.
- Roque Vargas, A. (2004). RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS: "Conceptos básicos y formas de Tratamiento". Obtenido de <https://sites.google.com/site/egonza88/edu3.pdf>
- Sánchez León , E., & Cruz Virosa, I. (2015). Procedimiento para el manejo de residuales líquidos industriales. Aplicación en Gydema, Cienfuegos. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 121-130.



Sánchez, A. (2017). Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455752575007>

Spiegel, J., & Maystre, L. Y. (20 de Noviembre de 2015). *Control de la contaminación ambiental*. Obtenido de InshtWeb: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tema2/55.pdf>

Vargas, A. (2016). Residuos industriales líquidos: Conceptos básicos y formas de Tratamiento. Obtenido de <https://sites.google.com/site/egonza88/edu3.pdf>

Virosa, M., & Sánchez, E. (2015). Procedimiento para el manejo de residuales líquidos industriales. Aplicación en Gydema, Cienfuegos. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543776002>