

UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA  
ACUÁTICO POR VERTIMIENTO DE EFLUENTES”

Trabajo de Investigación para optar el grado académico de:  
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Presentado por:

KATERIN BRILLIT QUIROZ PINTO

Número de ORCID: 0000-0001-9343-2897

Asesor:

Dr. ELVITO FABIÁN VILLEGAS SILVA

Número de ORCID: 0000-0001-9783-1641

Lima – Perú

2020



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 031-2021-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 25 de enero de 2021

**VISTO:**

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO POR VERTIMIENTO DE EFLUENTES**, presentado por:

- **Katerin Brillit Quiroz Pinto**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO POR VERTIMIENTO DE EFLUENTES** con N° de registro de la carrera: **084-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Elvito Fabián Villegas Silva** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

**Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca**  
Director Académico de Carrera  
Ingeniería Ambiental

**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO POR  
VERTIMIENTO DE EFLUENTES”**

Katerin Brillit Quiroz Pinto

*Universidad Científica del Sur*

[100030864@ucientifica.edu.pe](mailto:100030864@ucientifica.edu.pe)

## **I. RESUMEN**

Los ecosistemas acuáticos están constituidos por diversos cuerpos de agua, tales como: océanos, estuarios, ríos, lagos, humedales, arroyos, manantiales y acuíferos. Estos son esenciales, no solo para el desarrollo de la vida en el planeta, sino que también contribuye económicamente al realizar actividades como: Pesca, agricultura, extracción de minerales, fuente de energía natural, entre otros. Por otro lado estos ecosistemas influyen en la termorregulación del clima, es por ello que es de suma importancia incentivar su conservación y uso sostenible.

Estos ecosistemas frágiles y poco recuperables se encuentran amenazados, debido a la contaminación por actividades humanas. Es por ello que, en la actualidad, se propone la implementación de diversos tratamientos ya sean químicos, biológicos o híbridos con el fin de reducir la contaminación del ecosistema acuático recuperando y reutilizando los vertimientos de efluentes industriales.

**Palabras claves:** Ecosistema acuático, esenciales, desarrollo, tratamientos, contaminación, efluentes industriales, conservación y uso sostenible.

**ABSTRACT**

Aquatic ecosystems consist of various bodies of water, such as oceans, estuaries, rivers, lakes, wetlands, streams, springs and aquifers. These are essential, not only for the development of life on the planet, but also contributes economically when carrying out activities such as: fishing, agriculture, mineral extraction, natural energy source, among others. On the other hand, these ecosystems influence climate thermoregulation, which is why it is of the utmost importance to encourage their conservation and sustainable use.

These fragile and unrecoverable ecosystems are threatened by contamination by human activities. That is why, at present, it is proposed to implement various treatments whether chemical or biological in order to reduce the pollution of the aquatic ecosystem recovering and reusing the discharges of industrial effluents.

**keywords:** Aquatic ecosystem, essential, development, treatments, pollution, industrial effluents, conservation and sustainable use.

## **II. REVISIÓN TEÓRICA**

Los ambientes acuáticos ocupan más de 70 % de la superficie del planeta, incluidos los océanos, estuarios, ríos, lagos, humedales, arroyos, manantiales y acuíferos. Estos cuerpos de agua son fundamentales para satisfacer las necesidades para el desarrollo de la vida, este recurso natural también contribuye económicamente a través de actividades como: la pesca, actividades agrícolas, extracción de minerales, entre otras (Sandrin, Dowd, Herman y Maier, 2009). En este contexto, el conocer sobre dichos recursos hídricos, puede generar beneficios para la población, así mismo influir conciencia sobre la importancia de estos recursos usándolos de forma sostenible, velando por conservarlos y salvaguardarlos (Sánchez, 2002).

### **1. Océanos y mares**

Conforman el cuerpo de agua con mayor extensión y son los recursos hídricos con mayor importancia a nivel mundial, ya que en ello se produce un efecto termorregulación del clima e influye al desarrollo del planeta económicamente debido a las actividades de pesca. Irónicamente estos recursos resultan ser poco apreciados por la mayoría de las personas (Sánchez, 2002). Para saber más acerca de este tema, los ecosistemas marinos presentan ciertas divisiones conformadas por las siguientes categorías: zona béntica, abismos oceánicos y la zona pelágica.

La zona béntica, es la zona más profunda del ecosistema marino, en donde hay abundancia de especies marinas que se desarrollan en este medio. En dicho lugar, la mayoría del material orgánico se origina por el deceso de las especies que se encuentran en la parte superficial del ecosistema marino. El relieve marino presenta diversos elementos de presión, energía luminosa, temperatura, entre otros, estos pueden llegar a ser muy variables en distintos puntos del océano, el cual presenta graves límites para las especies en su estilo de vida (Sánchez, 2002).

En el caso de los Abismos oceánicos, estos hacen referencia a las cavidades que tienen aproximadamente 1000 metros de profundidad. Al realizarse exploraciones dentro de ellas, se encontraron con una inesperada situación, que aún sin presencia de energía luminosa y estando en lo más profundo del relieve oceánico, hay aparición de microorganismos y especies que viven de forma permanente, debido a las actividades volcánicas que suceden en el fondo de la tierra (Grassle, 1983; Jannasch, 1983).

Finalmente las aguas pelágicas intermedias, de forma generalizada, son las áreas del ecosistema más relevantes para el hombre, debido a que contribuyen económicamente por las actividades de pesca que se generan en ella. En la actualidad, aún no se sabe la cantidad de población de las especies que se capturan para ser consumidos y el cómo se relaciona con otras comunidades (Brill y Lutcavage, 2001).

## **2. Interfaces entre aguas continentales y marinas**

Generalmente, existen diversas interfaces con relación a la tierra firme y el mar, los cuales se unen los pantanos con alta salinidad, estuarios y lagunas costeras (Sánchez, 2002). Los estilos de vida acuáticos en estuarios se encuentran distribuidos dependiendo de la cantidad de salinidad (Wells, 2015).

Por otra parte, han presentado situaciones en las que se hizo difícil saber sobre las formaciones florísticas al realizar estudios, conservaciones y restauraciones de los ecosistemas en donde se mezclan las aguas saladas y dulces (Jayatissa, Koedam y Dahdouh Guebas, 2002). Debido a que estos ecosistemas son únicos y a la vez complejos, como en el caso de los manglares y es de vital importancia ser conservadas (Sánchez, 2002).

### **2.1. Aguas continentales**

Se ubica por abajo o encima de la parte superficial de la tierra, lejos de la costa (a excepción de las partes en las cuales diversos cuerpos de agua desembocan). Se denomina lóticos a aquellos ecosistemas acuáticos que tienen un sentido de movimiento regularmente determinado. En cambio, los ecosistemas acuáticos lénticos se mueven en un mismo lugar en el que se encuentran y difícilmente pueden desplazarse hacia otros lugares (Cowardin, Carter, Golet y LaRoe, 1992).

*a. Ecosistemas lóticos*

Las cuencas hídricas superficiales constituyen a la representación de la superficie de las regiones, la relación entre las fuerzas de gravedad del planeta y el movimiento del agua. Normalmente éstas se forman por medio de depresiones de la tierra en diversas áreas que llegan a ser, en su mayoría, de escala continental (Allen y Hoekstra, 1992).

Es evidente que el agua que precipita de la lluvia se desplaza de las cabeceras de las cuencas hídricas y son retenidas en el suelo, favoreciendo el crecimiento de plantas nativas en dicho lugar (Sánchez, 2002).

*b. Ecosistemas lénticos*

Cuando las laderas coinciden en un lugar central, sin que estas se viertan a otros cuerpos de agua ni lleguen al mar, son llamadas cuencas endorreicas; es decir, aguas sin flujo y de manera estacionaria, como por ejemplo: lagunas, lagos, pantanos y esteros (Tricart, 1985). El predominio de estos sistemas locales de temperaturas (tanto diarias como estacionales) puede establecer la existencia de otro tipo de zonificación de manera temporal. Debajo de la termoclina el agua presenta temperaturas menores, es más parejo y su densidad es mayor (Wallace et al., 1984).

**3. Vulnerabilidad de los ecosistemas de agua**

Éstos, a comparación de los ecosistemas terrestres, presenta una característica predominante de firmeza al cambio, ya que pueden reponerse a su estado original, pero si éstas se modifican más allá de su resiliencia, no suelen volver a su condición inicial, debido a que pierden el balance de sus diferentes factores que convergen muy estrechamente en su existencia (Sánchez, 2002).

En efecto, la vulnerabilidad de estos ambientes acuáticos desarrollan un declive en el ecosistema hacia algún otro, temporal y relativamente sólido, llegando a arruinar la abundancia de la fauna y su rol ecosistémico (Hobbs y Norton, 1996). La debilidad de los ecosistemas acuáticos trae consigo la precariedad social, debido a que se presentan casos en los que las comunidades campesinas perciben el deterioro de la calidad del agua, así como la abundancia y confianza de su permanencia a futuro. Así mismo, esto se padecerá una crisis socioeconómica y de salubridad en la población (Sánchez, 2002).

#### **4. Calidad del agua**

Brack et al. (2008) mencionan que el empeoramiento del estado de la calidad del agua es una de las incertidumbres más severas del país, el cual impide que logremos realizar un adecuado uso de este recurso, arriesgando el abastecimiento en cantidad, calidad y sostenibilidad. La degradación de ello se debe principalmente a las causas que mencionan a continuación:

- a. La polución por efluentes industriales:** la actividad que produce más contaminación es la de extracción de minerales, la pesca y la refinería, los cuales afectan a aguas marinas y continentales en determinados sectores.
- b. La polución por extracción de minerales:** Esto se ha convertido en un dilema muy grave, debido a las actividades informales y artesanales del sector minero, los cuales producen aguas de pH ácido, llegando a identificar aproximadamente

- 800 Pasivos Ambientales Mineros (PAM), que produce un grave deterioro en el ambiente y afectando a las comunidades aledañas por estas actividades.
- c. Las actividades pesqueras:** Esto mayormente produce contaminación en el mar, identificándose zonas como: Huarney, Paita, Casma y Chimbote, debido a la deposición directa al mar de subproductos de harina de pescado e hidróxido de sodio, sin previo tratamiento, llegando a causar pérdida de biodiversidad marina. El caso más grave se produce en el Puerto Bahía de Ferrol (Chimbote).
  - d. La extracción de petróleo:** Mayormente en el norte del Amazonas, se produce contaminación por las llamadas mareas negras (derrame de petróleo), lo cual se hace difícil de recuperar el ecosistema afectado, ya que estos se encuentran saturadas de sales y ciertos compuestos metálicos que lo hacen duradero.
  - e. La deposición directa de efluentes:** Las grandes ciudades como Arequipa, Lima, Puno Cuzco, Callao, Iquitos, Juliaca, Chimbote, Huancayo y Pucallpa, entre otros, son los que contribuyen con el mayor porcentaje de contaminación de los ríos y lagos por efluentes arrojados entre ellos: El Río Vilcanota – Urubamba, Santa, Titicaca y Mantaro. Lima echa aproximadamente  $4 \times 10^9 \text{ m}^3$  por año de efluentes al mar y en el Perú solo se trata un 25 % de estos efluentes.
  - f. Polución por agroquímicos:** En este tipo de contaminación no se tienen datos exactos sobre el porcentaje de gravedad alcanzado en el ambiente.
  - g. La polución de aguas subterráneas:** Esto se da mayormente en lugares con mayor densidad poblacional, teniendo datos puntuales sobre su gravedad.
  - h. Polución de aguas:** Se presentan en la parte alta de la selva, debido a los químicos que se utilizan para elaborar la pasta básica de cocaína. Esto aún se presentan actualmente en el VRAEM (Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro).

- i. La degradación de cuencas hídricas:** Se presentan casos de extrema gravedad en la selva alta y sierra, donde se desarrolla la destrucción de la cobertura vegetal y tala de árboles; erosión del suelo, y polución por actividades mineras y urbanas, Esta actividades llegan a afectar la calidad del agua y agotamiento de dicho recurso.

Por esta razón, es importante que se generen mecanismos que permitan establecer y realizar controles más severos perdurando en la necesidad de promover y emplear tecnologías de tratamiento que sean capaces de combatir los contaminantes nocivos presentes en diversos efluentes (Días et al., 2007). En respuesta a ello, se han implementado nuevas tecnologías del campo de la fisicoquímica. Donde se evalúa la factibilidad de la reutilización del agua, factores económicos, sociales, eficiencias de procesos y los márgenes de aplicabilidad (Forero, Ortiz y Rios, 2005).

Como se presenta en el estudio realizado por Vacca et al. (2012), construyeron una biomasa obtenida a partir de un recurso natural en una columna de adsorción. Al aplicarle un tiempo de retención hidráulica de 1.6 h (0.067 d) para la columna 1 y 4.5 h (0.186 d) para la columna 2, lograron remover la “Demanda Química de Oxígeno” a un 67.09% y 73.93% respectivamente. Concluyendo que el tratamiento demostró ser efectivo para remover fenol presente en efluentes. Sin embargo, mencionan que, para la columna 2, se comenzó a detectar la presencia de fenol en el efluente al transcurrir 3 días de operación. De manera que aumenta el costo de operación y mantenimiento (Khalid, Joly, Renaud y Magnoux, 2004).

Por otra parte, De Sanctis, Del Moro, Levantesi, Luprano y Di Iaconi (2016), realizaron una investigación sobre la efectividad de un reactor granular de biofiltros por lotes de secuenciación (SBBGR) y su integración con diferentes estrategias de desinfección los

cuales son: radiación UV y ácido peracético (PAA) para producir un efluente adecuado para uso agrícola. El tratamiento SBBGR fue extremadamente efectivo para eliminar el agente patógeno. Protozoos *C. parvum* y *G. lamblia*, que generalmente son altamente resistente a tratamientos biológicos convencionales. La radiación UV y dosis de PAA tan bajas como 40 MJ / cm<sup>2</sup> y 1 mg / L respectivamente pudieron reducir el contenido de *E. coli* en el efluente final (es decir, 10 UFC / 100 ml). Finalmente, si comparamos los resultados obtenidos de *E. coli* con el ECA agua de Perú de la categoría 3 sub categoría D1: Riego de vegetales - agua para riego no restringido, observamos que, éste no supera los 1000 NMP/100mL (MINAM, 2017).

Ahmeda et al. (2017), Realizaron una revisión centrada en evaluar críticamente la viabilidad de los procesos de tratamiento biológico, químico e híbrido como un medio para eliminar los contaminantes emergentes (CE), de las aguas residuales. En ello se observó que los productos químicos de disrupción endocrina (EDC) se eliminaron mejor mediante un biorreactor de membrana (MBR), lodos activados y procesos de aireación entre diferentes procesos biológicos. Los pesticidas y los productos farmacéuticos mostraron una buena eficacia de eliminación mediante carbón activado biológico. Los procesos de tratamiento de microalgas pueden eliminar casi todos los tipos de CE en cierta medida. Los procesos de oxidación química como los procesos de ozonización / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, fotólisis UV / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y foto-Fenton pueden eliminar con éxito hasta el 100% de los pesticidas, betabloqueantes y productos farmacéuticos, mientras que los EDC pueden eliminarse mejor mediante ozonización y fotocátalisis UV. El proceso de Fenton se encontró menos efectivo en la eliminación de cualquier tipo de EC. Se descubrió que un sistema híbrido basado en la ozonización, seguido de carbón activado biológicamente es altamente eficiente en la eliminación de pesticidas, betabloqueantes y productos

farmacéuticos. Un sistema híbrido de ozonización-ultrasonido puede eliminar hasta el 100% de muchos productos farmacéuticos.

### **III. CONCLUSIONES**

El recurso hídrico es de suma importancia para la supervivencia de los seres vivos. Sin embargo, está siendo amenazado por las diversas actividades antropológicas, produciendo la reducción de este recurso natural no renovable.

Para reducir la contaminación del ecosistema acuático por vertimiento de efluentes, se debe hacer uso de diversos tratamientos y lograr un aprovechamiento adecuado de éstos, teniendo en cuenta los estándares de calidad ambiental de agua establecidos de acuerdo al uso que se le dé, ya sea para consumo, recreacional, para riego o para ser devueltos a un cuerpo de agua.

Entre las alternativas pertinentes presentadas para el tratamiento del agua encontramos que: los tratamientos biológicos, químicos e híbridos resultan ser eficientes para reducir los contaminantes emergentes presentes en el ecosistema acuático. La ozonización /  $H_2O_2$ , fotólisis UV /  $H_2O_2$  y foto-Fenton pueden eliminar con éxito hasta el 100% de los pesticidas, productos farmacéuticos y los EDC. El SBBGR elimina efectivamente los agentes patógenos presentes en los efluentes.

Finalmente, al implementar plantas de tratamiento en las diversas actividades que se realizan, se estaría contribuyendo positivamente al cuidado y conservación del ambiente, garantizando un equilibrio entre el desarrollo económico, ambiental y bienestar social.

### **IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ahmed, M., Zhou, J., Ngo. H., Guo, W., Thomaidis, N. y Xu, J. (2017). Progress in the biological and chemical treatment technologies for emerging contaminant removal

from wastewater: A critical review. *Journal of hazardous materials*, 323, 247-298.

Doi: 10.1016/j.jhazmat.2016.04.045

Allen, T. y Hoekstra, T. (1992). *Toward a Unified Ecology*. Complexity in Ecological Systems Series, Columbia University Press, Nueva York.

Brack, A., Aranda, C., Bernales, M., Bustamante, R., Campos, L., Capurro, F., Sánchez, M., Delgado, J., Galarza, E. y Gomero, L. (2008). *Diagnóstico ambiental del Perú*. R. M. N°025-2008-PCM.

Brill, W. y Lutcavage, M. (2001). Understanding environmental influences on movements and depth distributions of tunas and billfishes can significantly improve population assessments. *Fisheries Society Symposium*, 25, 179–198.

Cowardin, L. Carter, V., Golet, F., y LaRoe, E. (1992). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. *U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services Washington, D.C. FWS/OBS, 79/31*, 131.

De Sanctis, M., Del Moro, G, Levantesi, C., Luprano, M. y Di Iaconi, C. (2016). Integration of an innovative biological treatment with physical or chemical disinfection for wastewater reuse. *Science of the Total Environment*, 543, 206-213.  
Doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.006

Días, E., Mohedano, A., Calvo, L., Gilarranz, M., Casas, J. y Rodriguez, J. (2007). *Hydrogenation of phenol in aqueous phase with palladium on activated carbon catalysts*. 131, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2006.12.020>

- Forero, J., Ortiz, O. y Rios, F. (2005). Aplicación de procesos de oxidación avanzada como tratamiento de fenol en aguas residuales industriales de refinería. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 3 (1), 97-109.
- Grassle, F. (1983). Animals in soft sediments near hydrothermal vents. *Oceanus*, 23(3), 63-66.
- Hobbs, R. y Norton, D. (1996). Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4,93-110.
- Jannasch, H. (1983). Microbial processes at deep-sea hydrothermal vents. En: Rona, P., Bostrom K., Laubier L. y Smith, K. (eds.). Hydrothermal proceses at sea-floor spreading centres. *Marine Sciences*, 12, 677-709.
- Jayatissa, L., Koedam, N. y Dahdouh, F. (2002). A review of the floral composition and distribution of mangroves in Sri Lanka. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 138, 29-43. Doi: 10.1046/j.1095-8339.2002.00002.x
- Khalid, M., Joly, G., Renaud, A. y Magnoux, P. (2004). Removal of Phenol from Water by Adsorption Using Zeolites. *Ind. Eng. chem. Res.*, 43 (17), 5275–5280. Doi: 10.1016/j.apcatb.2015.05.049
- MINAM (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Sánchez, O. (2002). Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos , problemática y conservación. 11–36.

- Sandrin, T., Dowd, S., Herman, D. y Maier, R. (2009). Aquatic Environments. *Environmental Microbiology* (Second Edi). Doi: 10.1016/B978-0-12-370519-8.00006-7
- Tricart, J. (1985). *Pro-Lagos. Los lagos del Eje Neovolcánico de México*. Instituto de Geografía, UNAM, Université Louis Pasteur-Strasbourg I, Conacyt, Centre National de la Recherche Scientifique. Mexico, D. F.
- Vacca, V., Colina G., Rincón, N., Díaz, A., Behling E., Marín, J., Chacín, E. y Fernández, N. (2012). *Adsorption for the removal of phenolic compounds from the effluent of a biologic reactor Adsorción para la remoción de compuestos fenólicos presentes en el efluente de un reactor biológico*. 35(3), 252–260.
- Wallace, R., King, J. y Sanders, G. (1984). *Biosphere, the Realm of Life*. Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois.
- Wells, H. (2015). The fauna of oyster beds, with special reference to the salinity factor. *Ecological Society of America*, 31(3), 239-266.