



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación de contaminantes emergentes, generación y afectación en  
especies marinas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Trujillo Cenizario, Sindy Lusbith (ORCID: 0000-0001-7344-6597)  
Valverde Rodríguez, Cenet Abigail (ORCID: 0000-0001-5795-3011)

**ASESOR:**

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID: 0000-0001-9146-7615)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Esta tesis va dedicada a Dios, él que nos acompaña, nos guía y nos brinda salud. A nuestros padres, por su amor, comprensión, paciencia, sacrificio, darnos su apoyo incondicional y ser nuestra guía en cada paso que damos a lo largo de estos años. A nuestros hermanos(as) por su apoyo moral, por cuidarnos y motivarnos a seguir adelante ante las adversidades y obstáculos que se nos presente. A nuestro asesor, él Dr. José Alfredo Cruz Monzón quien se ha tomado el arduo trabajo y labor de transmitirnos sus conocimientos para poder lograr nuestras metas y objetivos.

Las autoras.

## **Agradecimiento**

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y se lo agradecemos en primer lugar a Dios por brindarnos salud y vida, en estos momentos difíciles que estamos atravesando. A nuestros padres por ser nuestro motor y motivo e impulsarnos a salir adelante. A nuestros hermanos(as) por sus consejos que nos brindan en todo momento para asumir nuestras responsabilidades y metas. A nuestro docente por habernos transmitido sus enseñanzas y experiencias mediante su grata asesoría de su parte. A la universidad César Vallejo por su excelente formación académica que se nos brindó durante el trayecto de la carrera profesional.

Las autoras.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	11
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística: .....	11
3.3. Escenario de estudio:.....	11
3.4. Participantes: .....	12
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	12
3.6. Procedimiento: .....	13
3.7. Rigor científico: .....	16
3.8. Métodos de análisis de datos:.....	16
3.9. Aspectos éticos: .....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
V. CONCLUSIONES .....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS .....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de inclusión de revistas científicas.....	12
Tabla 2. Palabras claves utilizadas para la investigación.....	15
Tabla 3. Número de artículos encontrados en la búsqueda primaria .....	15
Tabla 4. Tipos de contaminantes emergentes en diversos cuerpos de agua.....	19
Tabla 5. Principales fuentes de generación de contaminantes emergentes .....	23
Tabla 6. Especies marinas más afectadas por los contaminantes emergentes. ...	27

## Índice de figuras

Figura 1. Procesos de búsqueda de información .....	14
Figura 2. Número de investigaciones por país encontrados. ....	17
Figura 3. Número de referencias de la búsqueda primarias por años.....	18
Figura 4. Mapa de contaminantes emergentes farmacéuticos.....	51
Figura 5. Mapa de contaminantes emergentes pesticidas .....	52

## Resumen

Las especies marinas representan un elemento esencial para el hábitat, sin embargo, en los últimos años se han visto afectados por las diferentes actividades antropogénicas, debido a que manejan una mala disposición final de residuos farmacéuticos, siendo liberados en los ríos, afectando directamente a las especies marinas, generando impactos negativos en su organismo como feminización y reducción en la fecundidad, infertilidad y toxicidad en las especies, entre otras. Es por ello que, se propuso evaluar la generación de los contaminantes emergentes y su afectación en especies marinas. Se realizó una búsqueda primaria de artículos indexados en las bases de datos Scielo, Science Direct, Redalyc, ResearchGate y Pubmed, de donde después de aplicar criterios de inclusión se seleccionaron 22 artículos. Los resultados muestran que los antibióticos predominan más en los medios acuáticos con una concentración de 0,0408 mg/l y las especies más afectadas por la zoología marina fue los peces, moluscos y crustáceos mientras que en la fitología marina fue el equinodermo. En base a la evaluación documental se concluye que, tanto las especies de zoología marina como las especies de fitología marina se encuentran severamente afectados por los contaminantes emergentes provenientes de las actividades industriales.

**Palabras claves:** Contaminantes emergentes, especie marina, residuo

## **Abstract**

Marine species represent an essential element for the habitat, however, in recent years they have been affected by the different anthropogenic activities, due to the poor final disposal of pharmaceutical waste, being released into rivers, directly affecting marine species, generating negative impacts on their organism such as feminization and reduction in fecundity, infertility and toxicity in the species, among others. Therefore, it was proposed to evaluate the generation of emerging contaminants and their effect on marine species. A primary search of articles indexed in the Scielo, Science Direct, Redalyc, ResearchGate and Pubmed databases was carried out, from which 22 articles were selected after applying inclusion criteria. The results show that antibiotics are more predominant in aquatic environments with a concentration of 0.0408 mg/l and the species most affected in marine zoology were fish, mollusks and crustaceans, while in marine phytology it was the echinoderm. Based on the documentary evaluation, it is concluded that both marine zoological species and marine phytological species are severely affected by emerging contaminants from industrial activities.

**Key words:** Emerging contaminants, marine species, waste.

## I. INTRODUCCIÓN

Los contaminantes emergentes a través de los años se han reconocido debido a que existen un incremento elevado de compuestos químicos, para el comercio, la agricultura, la medicina, etc. Los cuales son utilizados como aditivos para la industria de plastificantes, plaguicidas, agentes tensoactivos, fármacos, entre otros. La mayoría son dañinos para el ser humano y las especies marinas. Una de las peculiaridades de estos es que aparecen en baja concentración, es por ello que no cuentan con una normativa que regule este tipo de contaminantes. Por otro lado, en Alemania se reportaron varios fármacos que son perjudiciales para el medio ambiente por lo que es importante avanzar con las investigaciones y llegar a conocer el impacto que generan en los ecosistemas marinos. (Carrasco, Serrano y Orellana, 2017, p. 56)

Asimismo, existen compuestos farmacéuticos que son utilizados en grandes cantidades y variedades. Estos productos se utilizan para prevenir diversas enfermedades, al consumir los medicamentos, no son del todo digeridos por el organismo, pero si son expulsados por la ingesta y se excretan por el ser humano a través de las heces y la orina, posterior a ello son arrastrados por las aguas residuales, llegando a desembocar en las ptar. Existen tratamientos de depuración, pero sin embargo resultan ser ineficientes para su completa eliminación, por lo tanto, siguen ingresando de manera continua y persistentes a las aguas residuales, llegando al medio acuático a través de su vertido continuo. (Álvarez y Picó, 2020, p. 2). Con respecto a los tipos de contaminantes tenemos la penicilina, ampicilina, tetraciclina, ciprofloxacino, azitromicina, sulfametoxazol, y el triclosán, etc. (Meléndez, et. al., 2020, p. 4-5)

En Italia, España, Grecia, Canadá, Brasil, y Francia se reportan descargas de agua de aproximadamente 500 tn/año de analgésicos, donde el ácido salicílico y el diclofenaco tienen 0,22 ng/l y 3,02 ng/l de concentración. En Alemania se encontró 0,70 ng/l de clofibrato y propranolol 0,017 ng/l en aguas municipales. Asimismo, en América Latina se evidencian pocos estudios sobre monitoreo de antibióticos, en diferentes cuerpos de agua, algunos de los contaminantes emergentes

principalmente se centran en el agua residual, uno de ellos es el país de Brasil, que se ha reportado en concentraciones de ciprofloxacino (33,7ng/l), el narfloxacino (33,7ng/l), sulfametaxazol (37,6 ng/l) trimetoprima (65,1 ng/l) y azitromicina (23,7 ng/l). (Meléndez, et. al., 2020, p. 5).

La identificación de residuos de diclofenaco en poblaciones de buitres en India Pakistán, son posiblemente los causantes de estas sustancias que se están generando en las especies marinas, por ello el 95% evidencia la desaparición de estas especies. En 71 países, se ha detectado la aparición de fármacos en el ambiente, 16 sustancias farmacéuticas fueron encontradas en aguas superficiales, subterráneas, o potables, entre ellos aparece el diclofenaco e ibuprofeno. Publicidades recientes, reportan descargas de alrededor de 500 ton/año en el cual el diclofenaco (DFC) logra obtener concentraciones de incluso 3,02 ng/l en países como España, Alemania, Canadá, Brasil, Francia, entre otros. Muchos de los compuestos farmacéuticos han sido detectados en el ambiente ártico (Kallenborn et al, 2008; citado por Sánchez, 2019, p.15).

En México se reporta con una concentración de 0,07 a 5 ng/l de clorofeno de contaminantes emergentes, como el naproxeno, que es un analito de alta agrupación de 3 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), su condensación de agua está en 2,8 a 54 ng/ml. (Peña y Castillo, 2015, p. 41).

En Ecuador se ubican sustancias de antibióticos como (betalactámicos y sulfamidas), encontradas en 13 muestras que fueron tomadas en el rio de San Pedro y Pita, en el que el 52% de las muestras fueron eficientes en la disposición de sustancias antibióticos betalactámicos y sulfamidas en los arroyos de los ríos San Pedro y Pita (Ramírez, et. al., 2019, p.3).

En Perú, muchos fármacos son usados de forma ilógica, tales como el diclofenaco e ibuprofeno, que están diseñadas para que sean bioactivas, es decir con un elevado efecto de niveles de acción y dosis. Actualmente existen estudios que sostienen la aparición de estos efectos negativos de sustancias metabolizadas sobre los organismos acuáticos y terrestres. (Sánchez, 2018, p.15).

En consecuencia, a la problemática existente, se formuló la siguiente interrogante: ¿De qué manera los contaminantes emergentes se generan y afectan a las especies marinas?

La presente investigación se justifica en dar a conocer las principales fuentes de generación de contaminantes emergentes, efectos negativos que originan en la salud humana y en las especies marinas, por lo que es de suma preocupación y de gran interés estos problemas que ocasionan estas sustancias. Es por ello que los contaminantes emergentes son sustancias que se viene empleando masivamente por las diferentes industrias productivas y los residuos u excedentes de estos que se vienen descargando en los principales cuerpos receptores naturales como ríos y mares donde han sido identificados, por lo que resulta conveniente recopilar y registrar información en el ámbito ambiental e industrial, de los volúmenes generados de estos contaminantes.

A su vez, es importante informar que, si bien son compuestos orgánicos biodegradables, muchos de ellos son compuestos recalcitrantes que permanecen bioactivos en el ambiente por mucho tiempo. Otros luego de su descomposición van a originar un compuesto de igual o mayor peligrosidad que el original para la biota marina por fenómenos de bioacumulación y biomagnificación. Es así, que esta investigación ayudaría como soporte para reformular los tratamientos de aguas residuales y reevaluar el monitoreo de parámetros en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARI), que tratan los residuos de este tipo; ya que existe la generación de compuestos secundarios tóxicos que no se están considerando como peligrosos.

No obstante, el tener información actual y de calidad como evidencia de las consecuencias ambientales de los CE ayudara a comprender mejor la peligrosidad de este tipo de compuestos a fin de proponer acciones ambientales gubernamentales y una toma de conciencia en la sociedad con buenos hábitos de consumo, que aborden con atención este problema que se agudizara más en los últimos años por la excesiva demanda, producción y liberación al ambiente. Además, es evidente que, si se llega afectar la biota marina, este problema

repercutiría directamente al ser humano que es el principal consumidor de los recursos hidrobiológicos y por tanto un tema de interés prioritario para la comunidad científica.

Finalmente, esta investigación aportaría conocimiento valioso sobre las tecnologías empleadas actualmente en diferentes partes del mundo para la identificación de los CE, conocer sobre su origen, como estos se generan y transportan, llegando a contaminar los hábitats marinos, y sus implicancias como la afectación de los seres vivos en su calidad reproductiva, poblacional, etc. facilitando así información necesaria para el seguimiento y control de los CE en los efluentes industriales y por parte de las autoridades ambientales. Además de ello se mejorará el pensamiento crítico, aplicando metodologías para la identificación de problemáticas reales en el área de ingeniería ambiental, a partir de evidencias de estudios científicos y la generación de propuesta de alternativas de solución sostenibles.

Es así que se propone como objetivo general: Evaluar los contaminantes emergentes generación y afectación en especies marinas. Asimismo, se plantean como objetivos específicos: Evaluar los principales contaminantes emergentes identificados en ecosistemas marinos, Establecer las principales fuentes de generación de contaminantes emergentes y Evaluar la afectación de contaminantes emergentes según el tipo de especie marina. En base a la evidencia recopilada, la hipótesis procura demostrar que los contaminantes emergentes estarían alterando la vida de los ecosistemas marinos.

## II. MARCO TEÓRICO

Según Checa (2021), realizó un estudio sobre *“Remoción de productos farmacéuticos mediante el uso de la especie vetiver (Chrysopogon zizanioides)”*, el trabajo tuvo como objetivo evaluar los productos farmacéuticos a través de una especie remediadora. La metodología desarrollada fue la espectrometría uv-vis para leer las lecturas de cada fármaco. En la que tuvo como resultados una remoción de 98,3% de ciprofloxacina con una concentración de 3 mg/l en 19 h y 73,33% de ibuprofeno y diclofenaco. Concluyendo que la especie es eficiente para la erradicación de fármacos.

Según Prasenjit (2021), realizó un estudio sobre *“Fotocatalizadores mediante la desintoxicación y fijación de contaminantes farmacéuticos en los sistemas acuático”* su objetivo fue la eliminación de nuevos contaminantes mediante la fotocatálisis, el tipo de investigación fue básica descriptiva, trata de un desarrollo de fotocatalizadores basados en semiconductores para la erradicación efectiva de estas sustancias. Concluyendo que esta ciencia es eficaz para la degradación de estos farmacéuticos bajo iluminación con luz (uv/ vis/ solar), el cual logró revolucionar el tratamiento de aguas residuales.

Según Hartmann (2020), realizó un estudio sobre *“The effective design of sampling campaigns for emerging chemical and microbial contaminants inking water and its resources based on literature mining”*, el trabajo tuvo como objetivo evaluar la selección de literatura científica para campañas de muestreo con fines de alerta temprana, y detectar nuevos contaminantes acuáticos de interés para la salud pública en los Países Bajos. El tipo de investigación fue básica descriptiva, donde la muestra fue la fuente de contaminación del agua superficial utilizada para la producción de agua potable tratada. En la que obtuvo como resultados la existencia de concentraciones bajas que no representan un riesgo negativo para el agua potable. Concluyendo que el análisis de la literatura científica para campañas de muestreo de contaminantes microbianos y químicos es eficaz para fines de alerta temprana.

Según Meléndez, et. al., (2020) realizaron un estudio sobre *“Contaminantes emergentes la problemática ambiental asociada al uso de antibióticos, técnicas de detección y remediación en América Latina”* su objetivo fue identificar la problemática ambiental de los antibióticos, y la falta de monitorización que existen en estos países, el tipo de investigación fue básica descriptiva, la metodología consiste en monitorear los tipos de contaminantes más utilizados, entre ellos están los farmacéuticos, subproductos de desinfección, plaguicidas, productos de cuidado personal, plastificantes y nanopartículas. Como resultado se obtuvo que los procesos de extracción de fase solida altamente selectiva, es viable para eliminar los contaminantes emergentes. En conclusión, es importante monitorear para identificar los diversos contaminantes que están presentes en los cuerpos de agua.

Según Jaimes y Vera (2019), realizó un estudio sobre *“Remoción de contaminantes emergentes en aguas residuales mediante la ozonización”*, su objetivo fue analizar el tratamiento de ozono presentes en estos compuestos. El tipo de investigación fue básica descriptiva, el cual consistió en la revisión de la literatura científica sobre estos 3 compuestos, la implementación de tratamientos tradicionales, los impactos medioambientales que ocasionaban los vertidos de dicha industria, y específicamente acerca de la implementación del ozono para remover los residuos farmacéuticos de los cuerpos de agua. Se obtuvo como resultado que el tratamiento de ozonización es eficiente para la remoción de compuestos farmacéuticos, especialmente de antiinflamatorios, antibióticos y estrógenos. Concluyendo que la técnica de ozonización a punta a dar ventajas ambientales, sanitarias y económicas para la eliminación de los contaminantes.

Según Jun Chen, et. al. (2019). Realizaron un estudio sobre *“Eliminación de hormonas mediante un humedal en aguas residuales”*. El trabajo tuvo como objetivo evaluar el humedal si es eficiente para la remoción de hormonas. La metodología fue la construcción de un sistema humedal que lo usaron para tratar una mezcla. En la que tuvieron como resultados 2,85 mg/l de hormonas que fueron extraídos de las aguas residuales. Concluyendo que los humedales son una alternativa eficiente en los tratamientos de aguas residuales.

Según Camacho, Caviedes y Delgado, (2017), efectuaron un estudio sobre *“Métodos de remoción antibacteriales y antimicrobiales en aguas residuales”*, su objetivo fue identificar que método es más eficiente para la remoción de fármacos. El empleo de estos compuestos emergentes microcontaminantes tiende a dañar negativamente a las especies marinas y al hombre. El tipo de investigación fue experimental, por lo que se realizó 12 técnicas de remoción, es decir utilizaron distintos tipos de tratamientos para tratar de remover el contaminante. Como resultado obtuvieron que los métodos son eficaces en la remoción de antibióticos como: el carbón activado con un 19,79% al 99,4%; la nanofiltración con 74% al 99,2% y la electrocoagulación con el 72.8% al 99%. Concluyendo que existen nuevas tecnologías de moderado costo, con una elevada eficiencia para la remoción.

Según Marimón (2017), hizo una investigación sobre el *“Compostaje para la extracción de contaminantes emergentes”*, su objetivo fue evaluar la remoción de estos compuestos mediante la técnica del compostaje. El tipo de investigación fue experimental, lo cual consistió en examinar el HPLC/MS/MS, la técnica encontrada para la aparición de estos compuestos debido a que es un método eficiente. Asimismo, también se empleó el compostaje mediante el uso de microorganismos. Como resultados obtuvieron que el compostaje es muy eficaz para la erradicación de estas sustancias. Concluyendo que las técnicas usadas en ambos tratamientos son eficientes y eficaces.

Los contaminantes emergentes se encuentran en sustancias muy variadas, es decir son producto de las actividades industriales, ganaderas, agrícolas, etc. La mayoría de estos se degradan muy lentamente, dispersándose en el ambiente acuático lejos de su fuente de emisión. (Undiano, Arroyo y Ayala 2017, p.1).

Las principales fuentes de contaminantes emergentes son desde el momento en que son absorbidos por el cuerpo humano y afectando severamente a las funciones de los sistemas biológicos humanos y animales, estos productos se excretan como sustancias muy altas en la orina o las heces. A través de compuestos farmacéuticos (Sánchez, 2021, p. 2).

La presencia de estos compuestos es considerada medicamentos de reciente aparición en los cuerpos de agua, la cual representa un elevado riesgo para el hombre y las especies. Asimismo, otro contaminante encontrado en el ecosistema acuático son los microplásticos, extraídos de los plastificantes, retardadores de llama, etc. Durante el proceso de degradación de estos productos se generan un grave daño intestinal, pérdida de peso, necrosis hepática y muerte a las especies marinas debido a que las ingieren en pequeñas partículas. (Fu Lina, 2021, p. 2)

Según la normativa REACH (Comisión Europea, 2006). El grado de toxicidad de estas sustancias, depende del nivel de contaminación expuesta a las especies e identificándose los diferentes tipos de características que muestre la toxicidad. (Míguez, 2021, p .2). También se encontraron productos farmacéuticos y de cuidado personal en los ríos, aguas domésticas y en lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales con una concentración de 46,4 ng/l y 6,57 ng/l, mientras que las concentraciones más altas en los ríos fueron de 2,866 ug/l y 3,960 ug/l. (Yungiao Zhou, 2019, p. 2).

La mayoría de estos productos son generados por las actividades antropogénicas, y sus fuentes de generación son las lagunas, ríos, arroyos, ptar, etc., los cuales se descargan en los ecosistemas marinos. Las especies más afectadas por estas sustancias son el mejillón, anguila, truchas arcoíris, mariscos y el pescado, mientras que en los mariscos contienen productos de disruptores endocrinos, antibióticos y el triclosán, así como también existe un riesgo significativo al consumir el pescado, ya que contienen plaguicidas. (Álvarez y Picó, 2020, p. 3).

Los fármacos son muy consumidos para prevenir distintas enfermedades del ser humano y de los animales, como los antibióticos que son usados anualmente 44 millones a nivel mundial para tratamientos de infecciones bacterianas. Un uso sumamente excesivo e inadecuado, por lo que se presenta una alta contaminación dañina. En España se consume aproximadamente entre 85-90% de farmacéuticos ingeridos por el hombre y las especies. (Alós, 2015, p. 3).

Es por ello que la humanidad y las especies marinas son vulnerables y afectadas directamente sin medida. De igual manera, la escorrentía y la lluvia se han identificado como una fuente de efluentes de plantas depuradoras de aguas residuales de origen industrial, agrícola y doméstico. Es así que los compuestos tienen una alta resistencia de degradación. (Baz, 2019, p. 5).

Las causas provenientes de estos contaminantes emergentes son el extenso número de población, el crecimiento de la economía y cambios de consumo de agua. Desde los años 90, el agua está siendo dañino para la salud del hombre y las especies marinas. Hoy en día es una situación muy alarmante a nivel mundial la carga de nutrientes que consta de patógenos y productos químicos que afectan y alteran el agua. Las fuentes de compuestos a las especies marinas son mediante los efluentes de plantas depuradoras de aguas residuales. (Baz, 2019, p. 4).

Los contaminantes emergentes constan de una elevada consistencia frente a la degradación y el metabolismo, esto, hace que sea más sencillo la acumulación en la grasa animal, es por ello que la cadena trófica es persistente y altamente acumulable en la cadena alimentaria, haciendo que cada contaminante sea mayor a medida que asciende la cadena trófica. (Baz, 2019, p. 5).

Se han reportado 700 especies marinas afectadas por la basura plástica flotante, y 114 especies acuáticas por microplásticos, los tiburones y rayas, están siendo severamente afectados por la aparición de estos compuestos generando su extinción. El medio marino como receptor de estos productos genera una multitud de alteraciones negativas en el ser vivo acuático, debido a que no es visible y ni detectado fácilmente, es por ello que existen un gran número de especies muertas. (Rivera, y Hernández 2018, p. 5).

Las especies marinas proveen servicios ecosistémicos primordiales, es decir que son esenciales para su supervivencia, asimismo, suelen adaptarse a los cambios de salinidad y temperaturas. La vida de estos ecosistemas marinos está siendo alterado, afectando su desarrollo y crecimiento. (Organización de las Naciones Unidas, 2019, p. 4).

Los tipos de contaminantes emergentes son los fármacos, los analgésicos, los antibióticos, los antiinflamatorios, los productos de cuidado personal, los antisépticos, los microplásticos, las drogas ilegales y la hormonas (Prasenjit, 2021, p. 26)

El ingreso de los contaminantes emergentes es mediante las aguas residuales domésticas y no domésticas, residuos de plantas de tratamiento, hospitalarios y actividades agrícolas e industriales, motivo de preocupación debido a que las plantas de tratamiento convencionales no están creadas para erradicar estos compuestos. (Jaimes, 2020, p. 6). Las especies están expuestas a los estrógenos cuando ingresan al ambiente a través de descargas de aguas residuales municipales, escurrimientos con desechos de ganadería y otras actividades pecuarias. (Ramírez, et. al., 2015, p. 35).

Los productos farmacéuticos ingresan principalmente por las heces y orina, así mismo son usados para la ganadería, avicultura y piscicultura, las cuales se originan a través de aguas residuales. Los analgésicos han sido presenciados en aguas residuales y superficiales, lo que ha mostrado una severa afectación en los peces, mejillones y buitres. (Jaimes, 2020, p. 8). Los antibióticos son utilizados contra los microorganismos en especies y en el hombre, generando sus descargas al medio acuático, se detecta las sustancias de eritromicina, penicilina en aguas superficiales y subterráneas. Las drogas ilícitas han sido liberadas en aguas superficiales y potables, ocasionando así la toxicidad en los mejillones de cebrá. (Jaimes, 2020, p. 9). Los pesticidas son sustancias tóxicas y dañinas, que ocasionan efectos negativos adversos en las especies. (Jaimes, 2020, p. 10). Los productos de cuidado personal son detectados en las fuentes hídricas que afectan a los organismos acuáticos. (Jaimes, 2020, p. 11).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

La investigación realizada según el propósito fue básico, por cuanto se limita a enriquecer el conocimiento científico sobre un tema específico. Por su nivel de profundidad fue descriptivo, por su naturaleza de datos e información fue cualitativa, por la mayor o menor manipulación de variables fue no experimental, y según el periodo temporal fue longitudinal porque se trabajó con las bases de datos de revistas indexados, es decir que la revisión sistemática se basó sobre un tema concreto según la especialidad de Ingeniería Ambiental.

#### **3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística:**

Se realizó las categorías y subcategorías mediante una matriz de categorización apriorística que sirvió para el análisis de la información. En el anexo 01, se muestra la matriz de categorización, en donde se presentó los objetivos planteados del trabajo de investigación.

#### **3.3. Escenario de estudio:**

Conformado por artículos de bases de datos de revistas indexados que se recopiló y estudio. Asimismo, se encontró en el entorno académico científico, donde se investigó sobre los contaminantes emergentes y su afectación en los diferentes ecosistemas marinos, el cual la búsqueda comprendió en identificar las diversas fuentes que sirvieron para la investigación.

### 3.4. Participantes:

Por ser una revisión bibliográfica, las fuentes de información que se obtuvieron, fue a base de artículos científicos indexados de acceso libre en las principales bases de datos científicas como Science Direct, Scielo, Redalyc, ResearchGate y Pubmed que se seleccionaron usando criterios de inclusión preestablecidos y con los cuales se realizó la respectiva revisión sistemática.

**Tabla 1.** *Criterios de inclusión de revistas científicas*

Aspectos	Criterios de inclusión
Tipo de literatura	Artículo científico
Acceso a la literatura	Acceso abierto
Idioma	Español - Ingles
Año de publicación	2015 - 2021

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

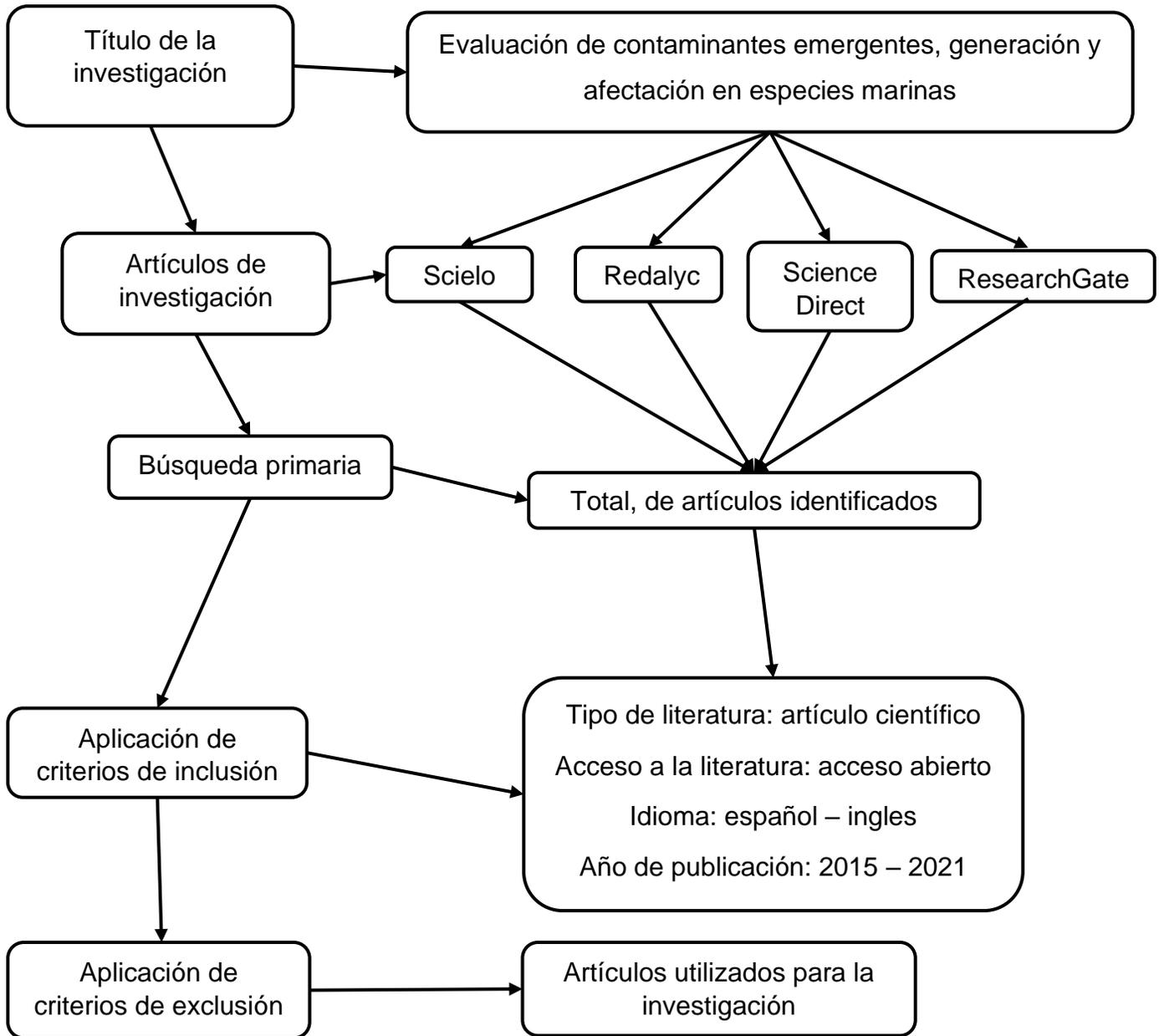
En cuanto a la técnica que se empleó en esta investigación fue el análisis documental, el cual hizo referencia a una indagación, que ayudó a ver el funcionamiento y la veracidad de dichos documentos, este método describió o indicó que la información debe ser estudiada, seleccionada y ubicada de manera meticulosa en el recojo de información, con el fin de que sean revisadas y sirvan para orientarnos con el cumplimiento de los objetivos de la investigación. (Sánchez, Fernández y Díaz, 2021, p. 119).

Los instrumentos que se utilizó para el recojo de información fue las fichas de investigación bibliográficas y fichas de contenido para el origen de la indagación de las fuentes. Para ello las fichas bibliográficas, hizo referencia a las fichas que incluyen información, ya sea de libros, revistas científicas, etc., que presentaron relación con el tema a estudiar. Estas fichas se utilizaron especialmente para libros, artículos que sirven para la investigación. En estas se consignan las fuentes encontradas. (Hernández y Duana, 2020 p. 51-52). Asimismo, las fichas de contenido son técnicas que se emplearon para reunir información, recolectar ideas de manera breve y selectiva extraída de textos, documentos, revista o artículos, de manera que, al tenerlo organizado en un fichero nos facilitó encontrar la información de manera rápida, el cual permitió elaborar el proyecto de investigación.

### **3.6. Procedimiento:**

La investigación se desarrolló utilizando palabras claves para su búsqueda de artículos científicos de acceso libre, donde se tomó en cuenta los criterios de inclusión, mediante el tipo de literatura, año de publicación y el idioma. Posteriormente se procedió a evaluar las bases de datos de revistas indexados, con la finalidad de no encontrar artículos repetidos o que no tengan relación con el tema, asimismo los artículos científicos que se seleccionaron fueron de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación, y en cuanto a la búsqueda fue durante los últimos 7 años.

**Figura 1.** *Procesos de búsqueda de información*



Fuente: elaboración propia

**Tabla 2.** *Palabras claves utilizadas para la investigación*

Base de datos	Palabras claves
Scielo	“Contaminantes emergentes” or “Tipos de contaminantes”
Redalyc	“Contaminantes emergentes”
Science Direct	“Emerging pollutants” and “marine ecosystems”
ResearchGate	“contaminantes emergentes” and “impactos a la salud humana”
Pubmed	“Contaminantes emergentes”

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3.** *Número de artículos encontrados en la búsqueda primaria*

AÑOS	FUENTES					TOTAL
	Scielo	Redalyc	Science Direct	ResearchGate	Pubmed	
2015	120	34	11	3	2	170
2016	112	27	10	6	1	156
2017	145	25	23	6	6	205
2018	132	40	28	10	9	219
2019	147	38	45	13	19	262
2020	116	0	52	19	19	206
2021	25	3	68	19	5	120
TOTAL	797	167	237	76	61	1338

Fuente: elaboración propia

### **3.7. Rigor científico:**

Este trabajo de revisión sistemática se basó en utilizar artículos que se encontraron en las bases de datos de revistas indexados de acceso libre, la cual muestran información confiable en el primer y segundo cuartil, garantizando así la rigurosidad y veracidad de los datos que fueron utilizados en la investigación.

### **3.8. Métodos de análisis de datos:**

Por ser una investigación descriptiva cualitativa el método de análisis de datos consistió en el uso de fichas de herramientas bibliográficas para evidenciar las tendencias estadísticas en el campo de estudio, las fuentes de la información, la búsqueda, países, temática, etc. Asimismo, para organizar y sistematizar la información se utilizó el programa Microsoft Excel versión académica 2016, donde se agruparon en columnas según el tipo de contaminante, fuente de generación y las especies más afectadas.

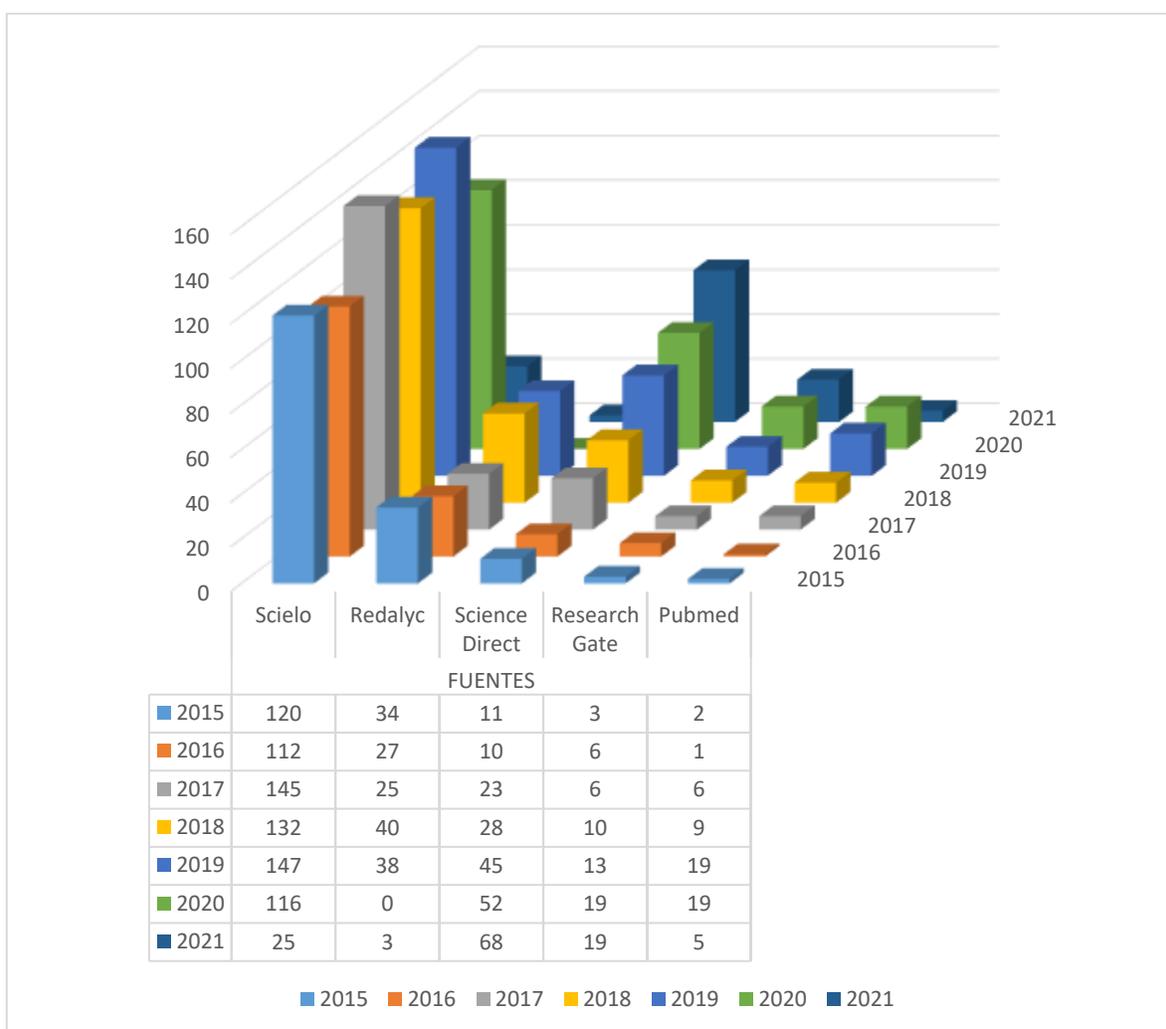
### **3.9. Aspectos éticos:**

En este trabajo, el manejo de información garantiza la objetividad de los hallazgos sin a ver manipulado la información, respetando los aportes de los investigadores. Así como también demostrando la veracidad y autenticidad de los datos, por otro lado, las citas se redactaron correctamente utilizando la norma ISO 690.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de información constó de todos los artículos encontrados. Las referencias recopiladas en esta investigación son “Redalyc”, Scielo”, “Science Direct”, “Research Gate” y Pubmed. Siendo la más relevante y con mayor número de referencias bibliográficas “Scielo”, con las palabras claves “Contaminantes emergentes” or “tipos de contaminantes”

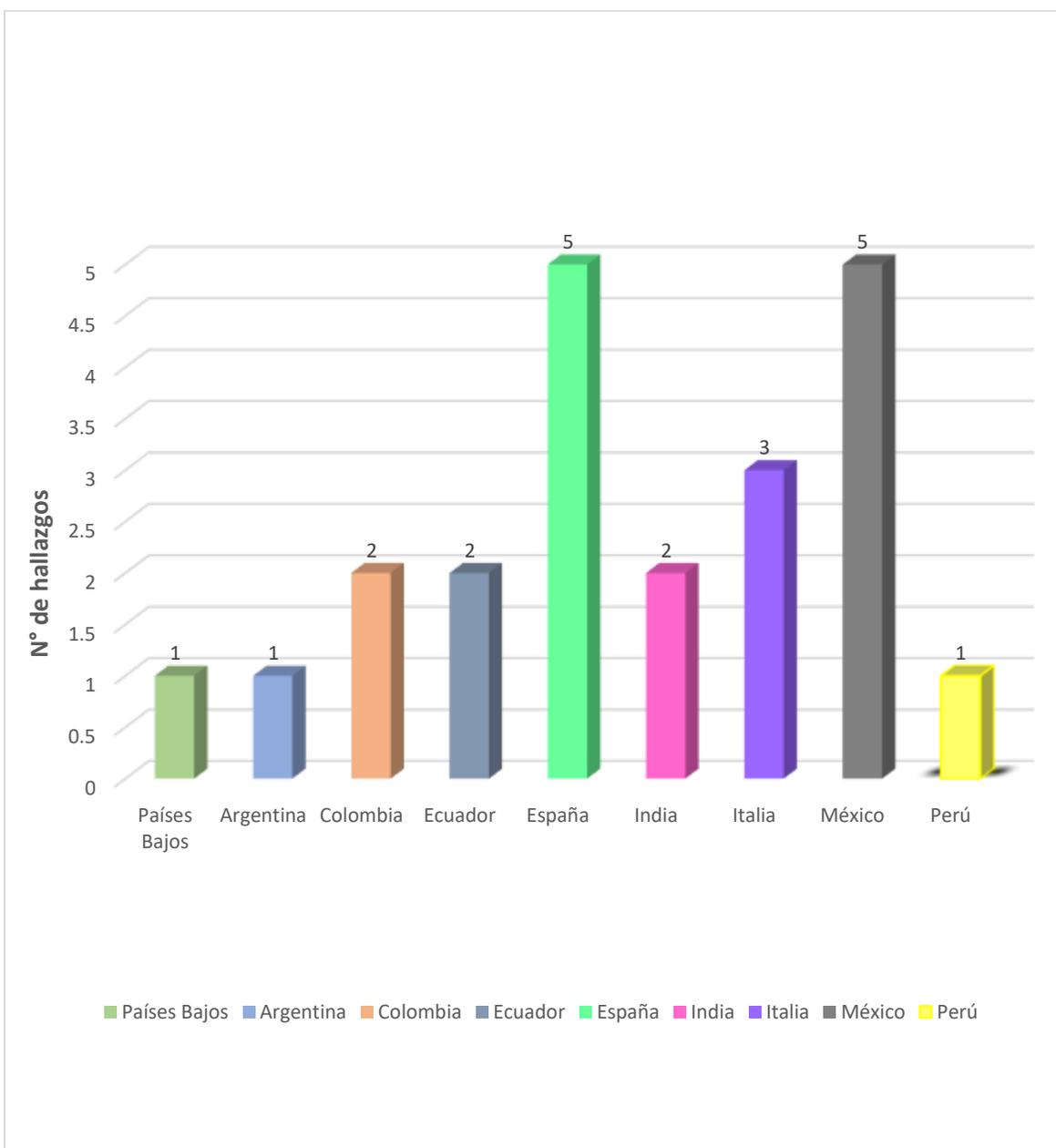
**Figura 2. Número de referencias de la búsqueda primarias por años.**



Fuente: elaboración propia

El estudio presentó una revisión crítica sobre la ocurrencia de diferentes contaminantes emergentes (CE.) identificados en diferentes partes del mundo. Es así, que la búsqueda resultó en la obtención de 22 artículos, realizados con mayor incidencia en España, México, Italia, y otros 6 países.

**Figura 3.** *Número de investigaciones por país encontrados.*



Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.** *Tipos de contaminantes emergentes en diversos cuerpos de agua.*

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Categoría</b>	<b>Tipo de producto</b>	<b>Contaminantes identificados</b>	<b>Concentración (mg/l)</b>
Namrata, [et. al]	2020	India	Farmacéuticos	Antibióticos	Tetraciclina	0,4000
					Sulfametoxazol	0,0413
					Ciprofloxacino	0,0200
Meléndez, [et. al]	2021	México	Farmacéuticos	Antibióticos	Azitromicina	0,0237
					Ciprofloxacino	0,0337
					Sulfametoxazol	0,3760
Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia	Farmacéuticos	Antibiótico	Amoxicilina	0,0100
Ramírez, Chicaiza, Ramos y Álvarez.	2019	Ecuador	Farmacéuticos	Antibióticos	Amoxicilina	0,1500
					Sulfametoxazol	0,0028
Marimón, Vicente y Lupe	2017	España	Farmacéuticos	Antibióticos	Azitromicina	0,0006
Robledo Víctor, [et. al]	2016	México	Farmacéuticos	Antibiótico	Tetraciclina	0,0727
Checa, Miriam, [et. Al]	2021	México	Farmacéuticos	Antibiótico	Ciprofloxacina	0,0003
Borrello, Cañas y Villaamil	2019	Argentina	Farmacéuticos	Antibióticos	Tetraciclina	0,1000
					Sulfametoxazol	0,0800
					Ciprofloxacina	0,0040
Buta, [et al]	2021	Italia	Farmacéuticos	Antibióticos	Tetraciclina	0,0054
					Azitromicina	0,0360
					Sulfametoxazol	0,0064
Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia	Farmacéuticos	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0408
Carrasco, Serrano y Orellano	2017	Ecuador	Farmacéuticos	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,1500
Jaimes y Vera	2020	Colombia	Farmacéuticos	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0010
	2015	México	Farmacéuticos	Antiinflamatorios	Ibuprofeno	0,1189

Peña y Castillo					Naproxeno	0,1488
Varo, López y Ramírez	2016	España	Farmacéuticos	Antiinflamatorios	Diclofenaco	0,0050
					Ibuprofeno	0,1000
Checa, Miriam, [et. Al]	2021	México	Farmacéuticos	Antiinflamatorios	Ibuprofeno	0,0064
					Diclofenaco	0,0073
Castro, [et al]	2015	México	Farmacéuticos	Antiinflamatorios	Naproxeno	0,0001
					Ibuprofeno	0,0001
					Diclofenaco	0,0001
Buta, [et al]	2021	Italia	Farmacéuticos	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0034
Álvarez y Picó	2020	España	Farmacéuticos	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,0037
Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia	Farmacéuticos	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,0010
Williams, [et al]	2019	México	Farmacéuticos	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,1900
Ramírez, Irwing, [et. al]	2015	México	Farmacéuticos	Hormona	Estrona	0,0010
Zhong, [et al]	2021	India	Farmacéuticos	Hormona	Estrona	0,0001
Marimón, Vicente y Lupe	2017	España	Agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0,0006
Peña y Castillo	2015	México	Agroquímicos	Pesticida	Triclosán	0,1408
Robledo Víctor, [et. al]	2016	México	Agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0,0400
Varo, López y Ramírez	2016	España	Agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0, 0231
Rodríguez, Mclaughlin y Pennock	2019	Italia	Agroquímicos	Pesticida	Triclosán	0,030

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4, se presentan los principales tipos de contaminantes emergentes identificados en los diferentes entornos ambientales, así como la concentración en la que estos se encuentran presentes. En este trabajo los tipos de contaminantes encontrados en cuerpos de agua se abordaron por categorías, entre las cuales tenemos residuos provenientes de productos farmacéuticos, productos del cuidado personal, aditivos de la industria del plástico, drogas, hormonas, también se encontró residuos provenientes de las industrias agroquímicas, etc.

Dentro de los CE. Provenientes de productos farmacéuticos se encontró con mayor incidencia los restos de antibióticos, antiinflamatorios, hormonas, analgésicos. Es así, que en investigaciones como la de Ramírez, Chicaiza, Ramos y Álvarez (2019), se identificó en los afluentes de los ríos ecuatorianos de San Pedro y Pita, los fármacos Betalactámicos, sulfamidas, amoxicilina y sulfametoxazol y tetraciclinas en concentraciones de hasta 0,001mg/l. En tanto, en la India Prasenjit et al. (2021), reportaron la presencia en medios acuáticos de fármacos como el diclofenaco, indometacina, ketoprofeno, ácido mefenámico a concentración de 0,2009 mg/l. Luego en Italia, Vincenzo et al. (2020), reportaron la presencia de diclofenaco, amoxicilina carbamazepina y amoxicilina en las aguas de Ptar y en medio acuático a razón de 0,004 mg/l.

En tanto, las concentraciones de residuos de fármacos más altas son encontradas en PTAR y ecosistemas acuáticos. En Finlandia, los fármacos identificados pertenecen a la categoría de antiinflamatorios y antibióticos como el Ibuprofeno, paracetamol y ciprofloxacino a razón de 4,5 mg/l (Tam et al., 2020). De manera similar, en Colombia se identificó la presencia de ibuprofeno, carbamazepina, trimetoprima, sulfametoxazol y naproxeno en alta concentración de hasta 5,597 mg/l en las Ptar, ríos, aguas pluviales, superficiales y subterráneas (Peña et al., 2019). También se reportaron en México con la presencia de antiinflamatorios, antibióticos, antiácidos y corticoesteroides en altas concentraciones de hasta 4,600 mg/l presente en aguas residuales (Castro et al., 2015).

Según lo reportado por diversos investigadores se puede evidenciar la presencia de fármacos en diferentes cuerpos de agua debido a sus metabolitos y productos de

transformación en el ambiente, donde se presencia los antibióticos y antiinflamatorios. (Teodosiu et al., 2018). Si bien las concentraciones de estos fármacos en el ambiente no parecen ser considerables, la combinación de ellos puede tener efectos pronunciados en las especies. (Correia y Marcano, 2015). En el caso de los antibióticos, estos serían responsables de generar resistencia en microorganismos patógenos por su constante exposición a concentraciones pequeñas (Sharma et al., 2016; citado por Peña et al., 2019).

(Oliver, et al., 2020), los contaminantes emergentes son persistentes en el ambiente, y cada vez va en aumento a causa de las actividades diarias que genera el hombre, como resultado de ello surge el agroquímico atrazina, que es un herbicida. Asimismo, también se encontró el triclosán, filtros ultravioletas, repelentes de insectos y antibióticos entre ellos los antiinflamatorios, antidepresivos etc. Los productos farmacéuticos y de cuidado personal son descubiertos con mayor relevancia en los entornos ambientales con un rango de ng/l y mg/l, ocasionando la extinción de buitres marinos debido que produce efectos cancerígenos en los animales. Por otro lado, (Gómez, Cornell y Fabres, 2018), una de las actividades antropogénicas que más resalta son la fabricación, uso y eliminación del plástico, es así que la elaboración se incrementó considerablemente, llegando producir 322 millones en el 2015 y que alrededor de 4,8 – 12,7 millones de toneladas de desechos plásticos terrestres son vertidos a los océanos marinos.

(Jun Chen, 2019). Las hormonas (esteroides), son liberados en las aguas residuales de China, debido a su presencia generalizada y sus efectos desfavorables en las especies marinas y en los seres humanos. En cuanto al rango de concentraciones varia de 30,5 y 1,25 ng/l.

(Jonalyn, y Pythias, 2019) las hormonas son producidas por las descargas de áreas urbanas, agrícolas y efluentes de aguas residuales, se ha identificado que está afectando a la reproducción y el crecimiento de algunas especies.

(Blanco y Rodriguez, 2018) el ingreso principal de las drogas de abuso al medio acuático es a través de las aguas residuales no tratadas. Las concentraciones de la cafeína son de 131,7 ug/l y 39, 44 ug/l y la cocaína es de 3,6 ug/l y 0,04 ug/l.

**Tabla 5. Principales fuentes de generación de contaminantes emergentes**

Categoría de la fuente de contaminante	Fuente de generación específica	Tipo de contaminantes	Contaminantes identificados	Concentración (mg/l)	Autor	Año	País
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Tetraciclina	0,4000	Namrata, [et. al]	2020	India
			Sulfametoxazol	0,0413			
			Ciprofloxacino	0,0200			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Azitromicina	0,0237	Meléndez, [et. al]	2021	México
			Ciprofloxacino	0,0337			
			Sulfametoxazol	0,3760			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibiótico	Amoxicilina	0,0100	Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Amoxicilina	0,1500	Ramírez, Chicaiza, Ramos y Álvarez.	2019	Ecuador
			Sulfametoxazol	0,0028			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Azitromicina	0,0006	Marimón, Vicente y Lupe	2017	España
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibiótico	Tetraciclina	0,0727	Robledo Víctor, [et. al]	2016	México
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibiótico	Ciprofloxacina	0,0003	Checa, Miriam, [et. Al]	2021	México
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Tetraciclina	0,1000	Borrello, Cañas y Villaamil	2019	Argentina
			Sulfametoxazol	0,0800			
			Ciprofloxacina	0,0040			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antibióticos	Tetraciclina	0,0054	Buta, [et al]	2021	Italia
			Azitromicina	0,0360			
			Sulfametoxazol	0,0064			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0408	Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,1500	Carrasco, Serrano y Orellano	2017	Ecuador
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0010	Jaimes y Vera	2020	Colombia

Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorios	Ibuprofeno	0,1189	Peña y Castillo	2015	México
			Naproxeno	0,1488			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorios	Diclofenaco	0,0050	Varo, López y Ramírez	2016	España
			Ibuprofeno	0,1000			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorios	Ibuprofeno	0,0064	Checa, Miriam, [et. al]	2021	México
			Diclofenaco	0,0073			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorios	Naproxeno	0,0001	Castro, [et al]	2015	México
			Ibuprofeno	0,0001			
			Diclofenaco	0,0001			
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiinflamatorio	Diclofenaco	0,0034	Buta, [et al]	2021	Italia
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,0037	Álvarez y Picó	2020	España
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,0010	Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020	Italia
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Antiepiléptico	Carbamazepina	0,1900	Williams, [et al]	2019	México
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Hormona	Estrona	0,0010	Ramírez, Irwing, [et. al]	2015	México
Industria farmacéutica	Residuos hospitalarios	Hormona	Estrona	0,0001	Zhong, [et al]	2021	India
Industria agricultura	Residuos agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0,0006	Marimón, Vicente y Lupe	2017	España
Industria agricultura	Residuos agroquímicos	Pesticida	Triclosán	0,1408	Peña y Castillo	2015	México
Industria agricultura	Residuos agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0,0400	Robledo Víctor, [et. al]	2016	México
Industria agricultura	Residuos agroquímicos	Pesticida	Atrazina	0,0231	Varo, López y Ramírez	2016	España
Industria agricultura	Residuos agroquímicos	Pesticida	Triclosán	0,030	Rodríguez, Mclaughlin y Pennock	2019	Italia

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5, se presentan las principales fuentes de generación de contaminantes emergentes en distintas vías que se movilizan. En este estudio se plasmó por categorías, entre las cuales tenemos residuos generados por las industrias de agricultura, hospitalarios, ganadería, veterinaria, hogares, agropecuarias, productos de cuidado personal, etc.

Entre los CE. Generados por la actividad antropogénica de las industrias de la agricultura, se encontró con mayor presencia el uso de funguicidas, bactericidas, herbicidas, fertilizantes, insecticidas. Es así, que en investigaciones como la de (Castillo, et al., 2020), se identificó en los suelos y ríos, los insecticidas, herbicidas y funguicidas en una concentración de 0,000674 mg/l. En tanto, en México, (Robledo, et al., 2016), se reportaron en medios acuáticos, los pesticidas como el funguicidas y herbicidas en concentraciones hasta 0,0727 mg/l. Luego en Italia, Rodríguez, Mclaughlin y Pennock. (2019), reportaron la presencia de fertilizantes y herbicidas en los suelos y en los medios acuáticos con una concentración hasta 0,0727 mg/l.

Los C.E, son ocasionados por las industrias farmacéuticas, debido al uso constante de los antibióticos, hormonas y productos de cuidado personal. El contaminante con mayor relevancia fue los antibióticos. Es así, que en trabajos como la de (Vincenz y Naddeo, et. al, 2020). Se encontró residuos hospitalarios con una concentración de 0,0408 mg/l de diclofenaco. Mientras en Colombia, (James y Vera, 2020), reportaron concentraciones hasta 0,0010 mg/l.

(Mociño, Álvaro. 2017). Mencionó que no existe ninguna normativa que regule el impacto de residuos hospitalarios. Que afecta severamente al medio ambiente. Plasmó que los analgésicos-antiinflamatorios como el diclofenaco y el ácido acetilsalicílico (aspirina), antihipertensivos como el atenolol o el propanolol, y antibióticos como tetraciclinas, vancimicina, aminoglicósidos. Representa peligro para el medio ambiente y las especies sino es usado adecuadamente. Así mismo afirmo que los residuos de medicamentos son provenientes de centros hospitalarios.

(Meléndez, et al., 2020), reportan que los antibióticos son considerados fármacos con alta peligrosidad, debido a que estos son usados en la salud humana y animales

con una concentración de 92 700 toneladas, estas sustancias llegan hacer liberadas en los ríos, donde representa un riesgo para las especies como los peces, estos residuos son provenientes de la mala disposición final y efluentes hospitalarios. Así mismo dilata la presencia de ciprofloxacino es un antibiótico encontrado en los ríos, que daña severamente la toxicidad de los microorganismos como las algas. En Brasil se reportó concentraciones de ciprofloxacino (33,7 mg/l), norfloxacino (37,7 mg/l), sulfametoxazol (376 mg/l), trimetoprima (65,1 mg/l) y azitromicina (23,7 mg/l).

(Artos, et al., 2021), reportó que los productos farmacéuticos ingresan a los sistemas acuáticos después de la ingestión y posterior excreción como compuestos principales, las cuales se han encontrados en los ríos como los antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios, antidepresivos, drogas de abuso, antidiabéticos, suplementos alimenticios, entre otros. Estos residuos son provenientes de los hospitales y clínicas con una concentración de benzoilcgonina (0,0164 mg/l) y la carbamazepina (0,0830 mg/l).

**Tabla 6. Especies marinas más afectadas por los contaminantes emergentes.**

Categoría	Sub categoría	Especies afectadas	Contaminantes	Concentración	Daño causado	Habitad	Autor	Año
				(mg/l)				
Zoología marina	Peces	Pescado	Tetraciclina	0,4000	Toxicidad	Ríos	Namrata, [et. al]	2020
			Sulfametoxazol	0,0413				
			Ciprofloxacino	0,0200				
Zoología marina	Peces	Pescado	Azitromicina	0,0006	Toxicidad	Ríos	Marimón, Vicente y Lupe	2017
			Atrazina	0,0006				
Zoología marina	Peces	Pescado	Tetraciclina	0,0727	Infertilidad	Medio acuático	Robledo Víctor, [et. al]	2016
			Atrazina	0,0400				
Zoología marina	Peces	Pescado	Tetraciclina	0,0054	Infertilidad	Ríos	Buta, [et al]	2021
			Azitromicina	0,0360				
			Sulfametoxazol	0,0064				
			Diclofenaco	0,0034				
Zoología marina	Peces	Pescado	Carbamazepina	0,1900	Toxicidad	Ríos	Williams, [et al]	2019
Zoología marina	Peces	Pescado	Estrona	0,0001	Toxicidad	Ríos	Zhong, [et al]	2021
Zoología marina	Moluscos	Caracoles	Amoxicilina	0,0100	Altera el crecimiento	Medio acuático	Vincenz y Naddeo, [et. al]	2020
			Diclofenaco	0,0408				
			Carbamazepina	0,0010				
Zoología marina	Moluscos	Caracoles	Ciprofloxacina	0,0003	Solubilidad	Ríos	Checa, Miriam, [et. Al]	2021
			Ibuprofeno	0,0064				
			Diclofenaco	0,0073				
Zoología marina	Moluscos	Caracoles	Tetraciclina	0,1000	Toxicidad	Suelo	Borrello, Cañas y Villaamil	2019
			Sulfametoxazol	0,0800				
			Ciprofloxacina	0,0040				
Zoología marina	Crustáceos	Cangrejos	Amoxicilina	0,1500	Retarda el desarrollo	Ríos	Ramírez, Chicaiza, Ramos y Álvarez.	2019
			Sulfametoxazol	0,0028				
Zoología marina	Crustáceos	Cangrejos	Diclofenaco	0,1500	Reduce la fecundidad	Ríos	Carrasco, Serrano y Orellano	2017

Zoología marina	Crustáceos	Cangrejos	Estrona	0,0010	Estrés y toxicidad	Ríos	Ramírez, Irwing, [et. al]	2015
Zoología marina	Moluscos	Almejas	Azitromicina	0,0237	Afecta al metabolismo	Aguas residuales	Meléndez, [et. al]	2021
			Ciprofloxacino	0,0337				
			Sulfametoxazol	0,3760				
Zoología marina	Moluscos	Almejas	Diclofenaco	0,0050	Toxicidad	Ríos	Varo, López y Ramírez	2016
			Ibuprofeno	0,1000				
			Atrazina	0, 0231				
Zoología marina	Moluscos	Almejas	Triclosán	0,0030	Toxicidad	Medio acuático	Rodríguez, Mclaughlin y Pennock	2019
Zoología marina	Moluscos	Mejillones	Ibuprofeno	0,1189	Infertilidad	Ríos	Peña y Castillo	2015
			Naproxeno	0,1488				
			Triclosán	0,1408				
Zoología marina	Moluscos	Mejillones	Carbamazepina	0,0037	Retarda el desarrollo	Laguna	Álvarez y Picó	2020
Fitología marina	Zooplankton	Equinodermos	Tetraciclina	0,0727	Infertilidad	Medio acuático	Robledo Víctor, [et. al]	2016

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6, se muestra las especies marinas más afectadas por los contaminantes emergentes, para ello se tuvo en cuenta la distribución por categorías, es decir los de fitología marina y los de zoología marina, con el fin de organizar mejor la información. Por otro lado, también es importante identificar el tipo de contaminante emergente y la especie afectada. Según la investigación de (Álvarez y Picó, 2020), realizó un estudio de diversas especies afectadas como el mejillón, anguila, mariscos, pescado, moluscos, caracoles almejas y crustáceos. Asimismo, (Pemberthy, et al., 2020), reporta la presencia de contaminantes emergentes en los agroquímicos y metales pesados en los laboratorios, donde son utilizados con mayor frecuencia y gran cantidad de metales tóxicos, las cuales dañan a los ecosistemas acuáticos, entre ellos están los peces expuestos de manera directa, en consecuencia, provoca un riesgo para la salud de los humanos. Los productos farmacéuticos y de cuidado personal, actúan como disruptores endocrinos, es decir

provocan la feminización de los peces, así como también efectos sobre la reproducción y la fertilidad de los peces.

Del mismo modo, (Hernández, 2018) reportó un elevado número de especies marinas afectadas severamente por los restos de residuos y plásticos flotantes. Siendo el caso de las especies acuáticas, donde se han identificado microplásticos, partículas microscópicas, y residuos de menos de cinco milímetros, los cuales son ingeridos por sustancias químicas que pueden llegar a absorber la especie, hasta lograr emigrar a los tejidos y órganos. Del mismo modo (Rivera, 2018), menciona que existen diversos tipos de especies encontrados con problemas toxicológicos, también se identificó que la mayoría de especies sufren de heridas e infecciones severas, llegando a ocasionar la muerte de las especies.

(Acevedo, Severiche y Jaimes, 2017) encontró como contaminantes emergentes a los farmacéuticos, que son ocasionados por el uso excesivo del ser humano, esto genera efectos tóxicos en la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, estos son desembocados en los ecosistemas acuáticos y terrestres, es por ello que se ha detectado en los mares la existencia de antibióticos como el paracetamol y el ibuprofeno con efectos neurotóxicos en peces e invertebrados marinos, ocasionando daños en los tejidos, principalmente en el hígado y branquias.

(Correia, et al., 2016) reportó que el contaminante farmacéutico paracetamol contiene propiedades analgésicas y antipiréticas, causante de la toxicidad y estrés oxidativo en las almejas, en el cual está expuesto en diferentes concentraciones.

Por otro lado, (Koagouw, Stewart y Ciocan, 2021) manifestaron que los productos farmacéuticos resultan una amenaza para las especies marinas, dado que son expulsados diariamente al ecosistema, el antibiótico paracetamol causa efectos toxicológicos, alteraciones histopatológicas y cambios en el sistema reproductivo de los mejillones, afectando la estabilidad de las poblaciones. Asimismo, (Almeida y Nunes, 2019) los incrementos de estos productos farmacéuticos terminan en las aguas residuales tras su excreción, por ello el antibiótico acetaminofén resulta ser muy tóxico en concentraciones altas, perturbando la vida acuática de los moluscos, con ello ocasionando cambios significativos en su reproducción.

## V. CONCLUSIONES

- Entre los principales contaminantes emergentes identificados en ecosistemas marinos, se tienen a los antibióticos, antiinflamatorios, antiepilépticos, hormonas y pesticidas encontrados en los cuerpos de agua, donde se identificó con mayor hallazgo la categoría de farmacéuticos el contaminante sulfametoxazol con una concentración de 0,3760 mg/l.
- Las principales fuentes de generación de contaminantes emergentes, son los centros hospitalarios, donde tuvo más relevancia la categoría de las industrias farmacéuticas, con el contaminante tetraciclina con un valor de 0,4000 mg/l.
- La afectación de contaminantes emergentes según el tipo de especies marinas, son los peces, moluscos y crustáceos, las que presentaron mayor afectación fueron de la categoría zoología marina, los pescados, cangrejos, almejas y caracoles, generando un grave peligro en su organismo, alteración del crecimiento, reducción en la fecundidad y afectación al metabolismo.
- Finalmente, los contaminantes emergentes se generan a partir de las industrias farmacéuticas y de agricultura, debido a que sus actividades demandan un excesivo uso de agentes contaminantes como los fármacos y pesticidas. La mayoría de estos productos son dañinos para las especies marinas y el medio ambiente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para realizar un análisis más exhaustivo de los contaminantes emergentes, es primordial monitorear estas sustancias en los cuerpos de aguas y plantas de tratamiento constantemente, con el fin de sumar estrategias y metodologías eficientes para el monitoreo y eliminación de estos productos.
- Por otro lado, se tuvo algunas complicaciones en la selección de artículos según el método utilizado, debido a que existen diferentes tipos de contaminantes emergentes, cada uno con su nivel de concentración expuesta en el agua, por lo que es importante, realizar el análisis de datos de acuerdo a su cuadro de matriz de categorización apriorística.
- Asimismo, se encontró información de diversas técnicas de tratamiento que ayudan a eliminar los contaminantes farmacéuticos en las aguas, como la coagulación, ozonización, filtración y la adsorción de carbón activado. Por lo que es conveniente seguir con la búsqueda de tratamientos más eficientes y eficaces para disminuir el nivel de contaminantes en los ecosistemas.
- Finalmente, a pesar de que existen agentes biológicos eficaces para la remoción de estas sustancias, hoy en día, son de poco interés en los estudios de los investigadores, por lo que es fundamental extender e indagar más información de coagulantes y floculantes.

## REFERENCIAS

ÁLVAREZ, Rodrigo y PICÓ, Yolanda. Analysis of emerging and related pollutants in aquatic biota. Vol. 25, Pág. 82. 2020. [en línea]. [fecha de consulta 27 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214158819300546>

ISSN: 2214-1588.

ALÓS, Juan. Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. 2015. Vol. 33, nº10. [en línea]. [fecha de consulta 27 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-resistencia-bacteriana-los-antibioticos-una-S0213005X14003413>

DOI: 10.1016/j.eimc.2014.10.004

ANTAO, Luis. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health, 2018. Vol. 133. Pág. 336-348. [en línea]. [fecha de consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X1830376X>

ACEVEDO, Rosa, SEVERICHE, Carlos y Jaimes, José. Efectos tóxicos del paracetamol en la salud humana y el ambiente. Vol. 8, nº1. 2017. [en línea]. [fecha de consulta 22 de junio del 2021]. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1845/2226>

ISSN 2145-6097

ARTOS, Miriam. [et al]. Presencia de productos farmacéuticos en el agua y su impacto en el ambiente. 2021. [en línea]. [fecha de consulta 16 de junio del 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349359849\\_Presencia\\_de\\_productos\\_farmaceuticos\\_en\\_el\\_agua\\_y\\_su\\_impacto\\_en\\_el\\_ambiente](https://www.researchgate.net/publication/349359849_Presencia_de_productos_farmaceuticos_en_el_agua_y_su_impacto_en_el_ambiente)

DOI:[10.21931/RB/2021.06.01.27](https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.01.27)

ALMEIDA, Filipa y NUNES, Bruno. Efectos del paracetamol en el estrés oxidativo y biomarcadores de neurotoxicidad del gasterópodo *Phorcus lineatus*. 2019. [en línea]. [fecha de consulta 23 de junio del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30737714/>

DOI: [10.1007 / s11356-019-04349-1](https://doi.org/10.1007/s11356-019-04349-1)

BORELLO, Julieta. [et. al]. Determinación de Contaminantes Emergentes en Suelos Agrícolas por Cromatografía Líquida Acoplada a Espectrometría de Masas Tándem. 2019. [en línea]. [fecha de consulta 1 de octubre del 2020]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/344083924\\_determinación\\_de\\_contaminantes\\_emergentes\\_en\\_suelos\\_agricolas\\_por\\_cromatografia\\_liquida\\_acoplada\\_a\\_espectrometria\\_de\\_masas\\_tandem](https://www.researchgate.net/publication/344083924_determinación_de_contaminantes_emergentes_en_suelos_agricolas_por_cromatografia_liquida_acoplada_a_espectrometria_de_masas_tandem)

DOI: 10.13140/RG.2.2.19662.89924

BUTA, Martyna. [et. al]. Sewage sludge in agriculture – the effects of selected chemical pollutants and emerging genetic resistance determinants on the quality of soil and crops – a review. Vol. 214. 2021. [en línea]. [fecha de consulta 1 de octubre del 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321001810>

ISSN: 0147-6513

CASTILLO, Bessy. [et. al]. Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). Vol. 41, nº10, Pág. 11. 2020. [en línea]. [fecha de consulta 5 de octubre del 2020]. Disponible en:

<http://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>

ISSN: 0798 1015

CASTRO, Lucila. [et. al]. Ecofarmacovigilancia en México: perspectivas para su implementación. vol. 46, nº3, pág. 16-40. 2015. [en línea]. [fecha de consulta 10 de octubre del 2020]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/579/57945705003.pdf>

ISSN: 1870-0195

CAMACHO, Diana, CAVIEDES, Diego y DELGADO, Daniel. Tratamientos para la remoción de antibacteriales y agentes antimicrobiales presentes en aguas residuales. [en línea]. Vol. 9, n°1, 2017 Revista Logos, Ciencia & Tecnología. [fecha de consulta 27 de septiembre del 2020]. Disponible en: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1027/5/2017\\_tratamientos\\_remocion\\_antibacteriales.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/1027/5/2017_tratamientos_remocion_antibacteriales.pdf)

ISSN: 2114-54X

CORREIA, Angelina y MARCANO, Lily. Presencia y eliminación de compuestos farmacéuticos en plantas de tratamientos de aguas residuales: Revisión a nivel mundial y perspectiva nacional. Bol Mal Salud Amb [en línea]. 2015, vol.55, n.1 [citado 2021-04-28], pág. 1-18. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-46482015000100001&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482015000100001&lng=es&nrm=iso).

ISSN 1690-4648.

CORREIA, Bárbara. [et al]. Efectos oxidativos del fármaco paracetamol sobre la almeja comestible *Ruditapes philippinarum* bajo diferentes salinidades. 2016. Pág. 24-116. [en línea]. [fecha de consulta 22 de junio del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26409706/>

DOI: 10.1016 / j. cbpc.2015.09.006.

CHECA, Miriam. [et. al]. Remoción de cinco productos farmacéuticos catalogados como contaminantes emergentes en medio acuoso utilizando la especie vetiver (*Chrysopogon zizanioides*). 2021. [en línea]. [fecha de consulta 22 de enero del 2021]. Disponible en: <http://revistabionatura.com/2021.06.01.7.html>

GOMÉZ, Patricia, CORNELL, Sarah y FABRES, Joan. Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. Vol. 96. Pág. 213-220. [en línea]. [fecha de consulta 23 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X17305456>

HARTMANN, Julia. [et. al]. The effective design of sampling campaigns for emerging chemical and microbial contaminants inking water and its resources based on literature mining. Science of the Total Environment. vol, 742, 10 de November de 2020. [en línea]. [fecha de consulta 20 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720340687>.

HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 2020. Vol. 9, nº17. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/download/6019/678/>  
ISSN: 2007-4913

JAIMES, Juliana y VERA, Javier. Wastewater treatment of the pharmaceutical industry through the ozone technique. Vol. 84 nº2, 2019. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en: [http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/2305](http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2305)  
DOI: <https://doi.org/10.23850/22565035.2305>

JAIMES, Leidy. Presencia de contaminantes emergentes en fuentes hídricas y tratamientos potenciales para su eliminación. [en línea]. Universidad Militar. Bogotá, Colombia, 2020. [fecha de consulta 16 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36205/JaimesAriasLeidyCarolina2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JONALYN, Rosselle y PYTHIAS, María. Descripción general del análisis, la aparición y los efectos ecológicos de las hormonas en las aguas de los lagos en Asia. 2019. [en línea]. [fecha de consulta 25 de junio del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31927242/>  
DOI: [10.1016 / j. envres.2019.109091](https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109091)

JUN CHEN, [et al]. Eliminación de hormonas esteroides y biocidas de las aguas residuales rurales mediante un humedal construido integrado. 2019. Pág. 358-

365. [en línea]. [fecha de consulta 25 de junio del 2021]. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30640104/>

DOI: [10.1016 / j. scitotenv.2019.01.049](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.049)

KOAGOUW, Wulan, STEWART, Nicolas y CIOCAN, Corina. Exposición prolongada de mejillones marinos al paracetamol: ¿es el tiempo un sanador o un asesino? 2021. [en línea]. [fecha de consulta 23 de junio del 2021]. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33928507/>

DOI: [10.1007 / s11356-021-14136-6](https://doi.org/10.1007/s11356-021-14136-6)

LÓPEZ, Ibeth. [et. al]. Estudio del impacto ambiental de medicamentos de control especial en Bogotá, Colombia. Caso de estudio: lorazepam. Vol. 19, n°1, pág. 34-47. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/1694/169446378002.pdf>

ISSN: 0124-177X

LINA, Fu. Adsorption behavior of organic pollutants on microplastics. Vol. 217. en [línea]. [fecha de consulta 29 de septiembre del 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651321003183>

LLAMAS, Dios. Assessment of a wide array of contaminants of emerging concern in a Mediterranean water basin (Guadalhorce river, Spain): Motivations for an improvement of water management and pollutants surveillance. Vol. 788. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972102893X>

MARIMON, Lupe. Estudio del compostaje como técnica para la eliminación de contaminantes emergentes. [en línea]. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2017. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=180595>

MÍGUEZ, Laura. Assessment of cytotoxicity biomarkers on the microalga *Chlamydomonas reinhardtii* exposed to emerging and priority pollutants. Vol. 208. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651320314834#!>

MELÉNDEZ, Jessica. [et. al]. Contaminantes emergentes. Problemática ambiental asociada al uso de antibióticos, nuevas técnicas de detección, remediación y perspectivas de legislación en América Latina. 2020. Vol. 20, n°1. [en línea]. [fecha de consulta 19 de diciembre del 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/341539736\\_Contaminantes\\_emergentes\\_Problematica\\_ambiental\\_asociada\\_al\\_uso\\_de\\_antibioticos\\_nuevas\\_tecnicas\\_de\\_deteccion\\_remediacion\\_y\\_perspectivas\\_de\\_legislacion\\_en\\_America\\_Latina](https://www.researchgate.net/publication/341539736_Contaminantes_emergentes_Problematica_ambiental_asociada_al_uso_de_antibioticos_nuevas_tecnicas_de_deteccion_remediacion_y_perspectivas_de_legislacion_en_America_Latina)

MOCIÑO, Álvaro. Fármacos en el Medio Ambiente: La contaminación que no vemos. 2017. [en línea]. [fecha de consulta 16 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.ipsuss.cl/ipsuss/actualidad/medicamentos/farmacos-en-el-medio-ambiente-la-contaminacion-que-no-vemos/2017-09-25/113816.html>

NAMRATA, Roy. [et. al]. A comprehensive update on antibiotics as an emerging water pollutant and their removal using nano-structured photocatalysts. Vol. 9, n°2. 2020. [en línea]. [fecha de Consulta: 19 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343720311453>

DOI: 10.1016 / j. jece.2020.104796

OLIVER, Miquel. Ecotoxicological equilibria of triclosan in Microtox, XenoScreen YES/YAS, Caco2, HEPG2 and liposomal systems are affected by the occurrence of other pharmaceutical and personal care emerging contaminants. Vol. 719. 2020, [en línea]. [fecha de consulta 23 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720308688>

PEÑA, Araceli y CASTILLO Alanís. Identificación y cuantificación de contaminantes emergentes en aguas residuales por microextracción en fase sólida-cromatografía de gases-espectrometría de masas (MEFS-CG-EM). TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 2015, vol. 18, n°1. [en línea]. [fecha de consulta 27 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43238076003>

ISSN: 1405-888X.

PEÑA, Carlos [et al.]. Emerging pollutants in the urban water cycle in Latin America: A review of the current literature. Journal of environmental management, 2019, vol. 237, p. 408-423. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.247>

PEMBERTHY, Diana. [et al.]. Monitoring pharmaceuticals and personal care products in water and fish from the Gulf of Urabá, Colombia, 2020, vol. 6, n°6. [en línea]. [fecha de consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020310598>

RAMÍREZ, Lenin, [et. al]. Detección de antibióticos betalactámicos, tetraciclinas y sulfamidas como contaminantes emergentes en los ríos San Pedro y Pita del cantón Rumiñahui. La Granja Revista de Ciencias de la Vida, 2019, vol. 30, n°2. [en línea]. [fecha de consulta 28 de septiembre del 2020]. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-85962019000200088](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962019000200088)

ISSN: 1390-8596

RIVERA, Mario, Transferencia de partículas de plástico en las cadenas tróficas marinas. [en línea]. [fecha de consulta 22 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=422>

RAMÍREZ, Irwing, [et. al]. Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente. Tecnología y Ciencias del Agua, 2015,

vol 6, n°5. Disponible en:  
<http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1168/1071>

ISSN: 0187-8336

REINOSO, Julieta del Carmen; SERRANO, Clara y ORELLANA, Danilo. Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. Vol. 35, n°2. 2017. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca. [en línea]. [fecha de consulta 13 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/medicina/article/view/1723/1325https://>

ISSN: 1390-4450

RIVERA, Mario y HERNÁNDEZ, Pablo. Bioacumulación y transferencia de metales y contaminantes emergentes a través de las cadenas tróficas marinas, México. 2018. [en línea]. [fecha de consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Vanessa-Labrada-Martagon/publication/327634024\\_Respuestas\\_fisiologicas\\_de\\_organismos\\_marinos\\_ante\\_contaminantes/links/5b9aba7592851ca9ed052888/Respuestas-fisiologicas-de-organismos-marinos-ante-contaminantes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vanessa-Labrada-Martagon/publication/327634024_Respuestas_fisiologicas_de_organismos_marinos_ante_contaminantes/links/5b9aba7592851ca9ed052888/Respuestas-fisiologicas-de-organismos-marinos-ante-contaminantes.pdf)

ISBN: 978-970-94305-7-8

ROBLEDO, Víctor. [et. al]. Hidro química y Contaminantes Emergentes en Aguas Residuales Urbano Industriales de Morelia, Michoacán, México. 2017. [en línea]. [fecha de consulta 15 de octubre del 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v33n2/0188-4999-rica-33-02-00221.pdf>

DOI: 10.20937/RICA.2017.33.02.04

RODRIGUEZ, Natalia; MCLAUGHLIN, Michael y PENNOCK, Daniel. La Contaminación del Suelo: Una Realidad Oculta. 2019. [en línea]. [fecha de consulta 15 de octubre del 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

RODRIGUEZ, José y BLANCO, Miren. Contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas y efluentes hospitalarios. 2018. [en línea]. [fecha de consulta 26 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/334112683> Contaminantes emergentes en aguas residuales urbanas y efluentes hospitalarios Caracterización rendimientos de eliminación en EDAR y estimación de la incidencia del vertido hospitalario en la EDAR de

(ONU) Organización de las Naciones Unidas. Cuidar las especies marinas significa cuidar nuestro futuro. [en línea]. (2020). [fecha de consulta 26 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/03/1452102>

TEODOSIU, Carmen, [et al.]. Emerging pollutants removal through advanced drinking water treatment: a review on processes and environmental performances assessment. Journal of cleaner production, 2018, vol. 197, p. 1210-1221. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.247>

SANDOVAL, Juan; MORALES, Miguel y RUBIO Diego. Breve revisión del uso de microalgas para la remoción de contaminantes emergentes en aguas residuales. Vol. 23, nº1. 2020. [en línea]. [fecha de consulta 10 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/84034/75845>

SANCHEZ, Javier. Contaminantes emergentes en nuestros ecosistemas acuáticos: enemigos invisibles. Ingeniería y Región. 2018, vol. 19. [en línea]. [fecha de consulta 9 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/1750/3459>

SÁNCHEZ, Maream, FERNÁNDEZ, Mariela y DIAZ, Juan. Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. 2021. Vol. 8, nº1. [en línea]. [fecha de consulta 9 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/400/197>

ISSN: 2631 – 2786

SÁNCHEZ, Galit. Fungi for the bioremediation of pharmaceutical-derived pollutants: A bioengineering approach to water treatment. 2021. Vol. 4. [en línea]. [fecha de Consulta: 20 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666765721000429>

SORENSEN, J. [et. al]. Emerging contaminants in urban groundwater sources in Africa. Water research. 2015. 72, 51–63. [en línea]. [fecha de consulta 22 de enero del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25172215/>

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.08.002>

UNDIANO, Elizabeth; ARROYO, Noé y AYALA, Marcela. Determinar la cantidad de Contaminantes Emergentes. Revista Científica [en línea]. Instituto de Biotecnología, 2017. [fecha de Consulta: 16 de septiembre del 2020]. Disponible en: <https://invdes.com.mx/los-investigadores/contaminantes-emergentes-que-son-y-como-nos-afectan/>

VARO, Pedro. [et. al]. Presencia de contaminantes emergentes en aguas naturales. 2016. [en línea]. [fecha de Consulta: 18 de septiembre de 2020]. Disponible en:

[http://agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/UA\\_Presencia+contaminantes+emergentes+en+aguas+naturales.pdf/bd71c431-e80b-4810-9870-](http://agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/UA_Presencia+contaminantes+emergentes+en+aguas+naturales.pdf/bd71c431-e80b-4810-9870-03fad0420fa4#:~:text=Los%20contaminantes%20emergentes%20incluyen%20una,%2C%20t%C3%B3xicos%2C%20persistentes%20y%20bioacumulables)

[03fad0420fa4#:~:text=Los%20contaminantes%20emergentes%20incluyen%20una,%2C%20t%C3%B3xicos%2C%20persistentes%20y%20bioacumulables](http://agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/UA_Presencia+contaminantes+emergentes+en+aguas+naturales.pdf/bd71c431-e80b-4810-9870-03fad0420fa4#:~:text=Los%20contaminantes%20emergentes%20incluyen%20una,%2C%20t%C3%B3xicos%2C%20persistentes%20y%20bioacumulables)

VINCENZO, Naddeo. [et. al]. Removal of contaminants of emerging concern from real wastewater by an innovative hybrid membrane process – UltraSound, Adsorption, and Membrane ultrafiltration. Vol. 68. 2020. [en línea] [fecha de consulta 21 de octubre del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417720300857#!>

ISSN: 1350-4177

WILLIAMS; Mike. [et. al]. Emerging contaminants in a river receiving untreated wastewater from an Indian urban centre. The Science of the total environment. 2019. 647, 1256–1265. [en línea]. [fecha de consulta 22 de enero del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30180334/>

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.084>

YUNGLIAO, Zhou. Which type of pollutants need to be controlled with priority in wastewater treatment plants: Traditional or emerging pollutants. 2019. Vol. 131. [en línea]. [fecha de consulta 22 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019311699>

ZHONG, Mengmeng. [et. al]. Emerging Organic Contaminants in Chinese Surface Water: Identification of Priority Pollutants. 2021. [en línea]. [fecha de consulta 22 de enero del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809921001442>

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.12.023>

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de Categorización Apriorística

ÁMBITO TEMÁTICO	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
<b>Contaminación del ambiente marino</b>	¿De qué manera los contaminantes emergentes se generan y afectan a las especies marinas?	¿Qué tipos de contaminantes emergentes están afectando el ecosistema marino?	Evaluar los contaminantes emergentes y generación de especies marinas.	Evaluar los principales contaminantes emergentes identificados en ecosistemas marinos.  Establecer las principales fuentes de generación de contaminantes emergentes.	Clasificación de los contaminantes emergentes	Plastificantes
		¿Cuáles son las fuentes de generación de contaminantes emergentes?				Pesticidas
						Antibióticos
						Productos de cuidado personal
						Hormonas
						Drogas
						Industria agricultura.
					Fuentes antropogénicas de liberación de contaminantes emergentes.	Industria ganadera.
						Industria farmacéutica
						Industria agropecuaria
					Evaluar la afectación por contaminantes emergentes según el tipo de especie marina.	Equinodermos
					Fitología marina.	Peces
					Zoología marina.	Moluscos
						Crustáceos

Fuente: elaboración propia

## Anexo 02: Análisis de datos

N°	Título de investigación	Fuente de contaminación	Tipo contaminante emergente	Tipo de investigación	Contaminantes identificados	Especies afectadas	Daño causado	Concentración (mg/)	Fuente que se movilizan	Peligros para el ser humano
1	Una actualización completa sobre los antibióticos como contaminante del agua emergente y su eliminación mediante un fotocatalizador nanoestructurado	Antropogénico (industria, agricultura y hospitales)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Tetraciclina	Pescado	Toxicidad	0,4000	Ríos	Efectos en el sistema digestivo
					Sulfametoxazol			0,0413		
					Ciprofloxacino			0,0200		
					Ampicilina			0,1000		
					Eritromicina			0,2000		
			Pesticidas		Imazalil			0,0100		
					Propiconazol			0,0200		
2	Análisis de contaminantes emergentes y relacionados en la biota acuática	Antropogénico (industria hospitales)	Antiepiléptico	Cualitativa no experimental	Carbamazepina	Mejillones	Retarda el desarrollo	0,0037	Laguna	Alteraciones endocrinas
			Micro plástico		Bisfenol			Mariscos		
3	Contaminantes emergentes. Problemática ambiental asociada al uso de antibióticos. Nuevas técnicas de detección, remediación y	Antropogénico (industria hospitales)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Norfloxacino	Almejas	Afecta al metabolismo	0,0377	Aguas residuales	Estrés
					Trimetoprima			0,0611		
					Azitromicina			0,0237		

	perspectivas de legislación en América Latina				Ciprofloxacino			0,0337		
					Sulfametoxazol			0,3760		
4	Eliminación de contaminantes de preocupación emergente de aguas residuales reales mediante un innovador proceso de membrana híbrida: UltraSound, Adsorción y ultrafiltración de membrana	Antropogénico (hospitales)	Antiinflamatorio	Cualitativa no experimental	Diclofenaco	Caracoles	Altera el crecimiento	0,0408	Medio acuático	Infertilidad y cáncer
		Antibiótico	Amoxicilina		0,0100					
		Antiepiléptico	Carbamazepina		0,0010					
5	Contaminantes emergentes y su impacto en la salud	Antropogénico (industrias hospitales)	Antiinflamatorios	Cualitativa no experimental	Diclofenaco	Cangrejos	Reduce la fecundidad	0,1500	Ríos	Alteración en la función reproductiva y hormonal
			Ibuprofeno		0,0500					
6	Detección de antibióticos betalactámicos, tetraciclinas y sulfamidas como contaminantes emergentes en los ríos San Pedro y Pita	Antropogénico (industrias de hospitales)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Betalactámicos	Cangrejos	Retarda el desarrollo	0,0010	Afluentes de los ríos San Pedro y Pita	Asma o fibrosis
			Amoxicilina		0,1500					

	del cantón Rumiñahui				Sulfametoxazol			0,0028		
7	Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmacéutica y su tratamiento por medio de la ozonización	Antropogénico (industrias de hospitales)	Antiinflamatorio	Cualitativa no experimental	Diclofenaco	Truchas arcoíris	Altera el crecimiento	0,0010	Ríos	Riesgo de cáncer y uterino
8	Estudio del compostaje como técnica para la eliminación de contaminantes emergentes	Antropogénico (industrias de agricultura y hospitales)	Pesticidas	Cualitativa no experimental	Fosetil-Al	Pescado	Toxicidad	0,1408	Suelos biosólidos	Calambres abdominales y diarrea
					Atrazina			0,0006		
					Clorofeno			0,5832		
			Triazoles		0,0006			Ríos		
			Antidepresivo							
			Antibiótico							
9	Identificación y cuantificación de contaminantes emergentes en aguas residuales por micro extracción en fase sólida-cromatografía de gases espectrometría de masas	Antropogénico (industrias de hospitales)	Antiinflamatorios	Cualitativa no experimental	Ibuprofeno	Mejillones	Infertilidad	0,1189	Ríos	Dolor de cabeza y fiebre
					Naproxeno			0,1488		

			Pesticida		Triclosán			0,1408		
10	Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente	Antropogénico (hospitales)	Hormonas	Cualitativa no experimental	Estradiol	Moluscos	Estrés y toxicidad	0,0016	Ríos	Riesgo de cáncer
					Etinilestradiol			0,0035		
					Estrona	Cangrejos		0,0010		
11	Hidro química y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacan, México	Antropogénico (agricultura y hospitales)	Antibiótico	Cualitativa no experimental	Tetraciclina	Pescado	Infertilidad	0,0727	Medio acuático	Bioacumulación por ingesta
			Analgésico		Paracetamol			0,0218		
			Pesticidas		Dimetoato			0,0200		
					Atrazina			0,0400		
			Hormona		Boscalid			0,0040		
			Droga de abuso		Esteroides			0,0024		
			Heroína							
12	Presencia de contaminantes emergentes en aguas naturales	Antropogénico (agricultura y hospitales)	Pesticidas	Cualitativa no experimental	Atrazina	Almejas	Toxicidad	0, 0231	Ríos	Alteraciones en las branquias
			Antiinflamatorios		Diclofenaco			0,0050		
					Ibuprofeno			0,1000		
13	Remoción de cinco productos farmacéuticos catalogados como contaminantes emergentes en medio acuoso utilizando la especie	Antropogénico (hogares y hospitales)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Ciprofloxacina	Caracoles	Solubilidad	0,0003	Ríos	Problemas respiratorios
					Sulfametaxazol			0,0074		
			Antiinflamatorios		Ibuprofeno			0,0064		

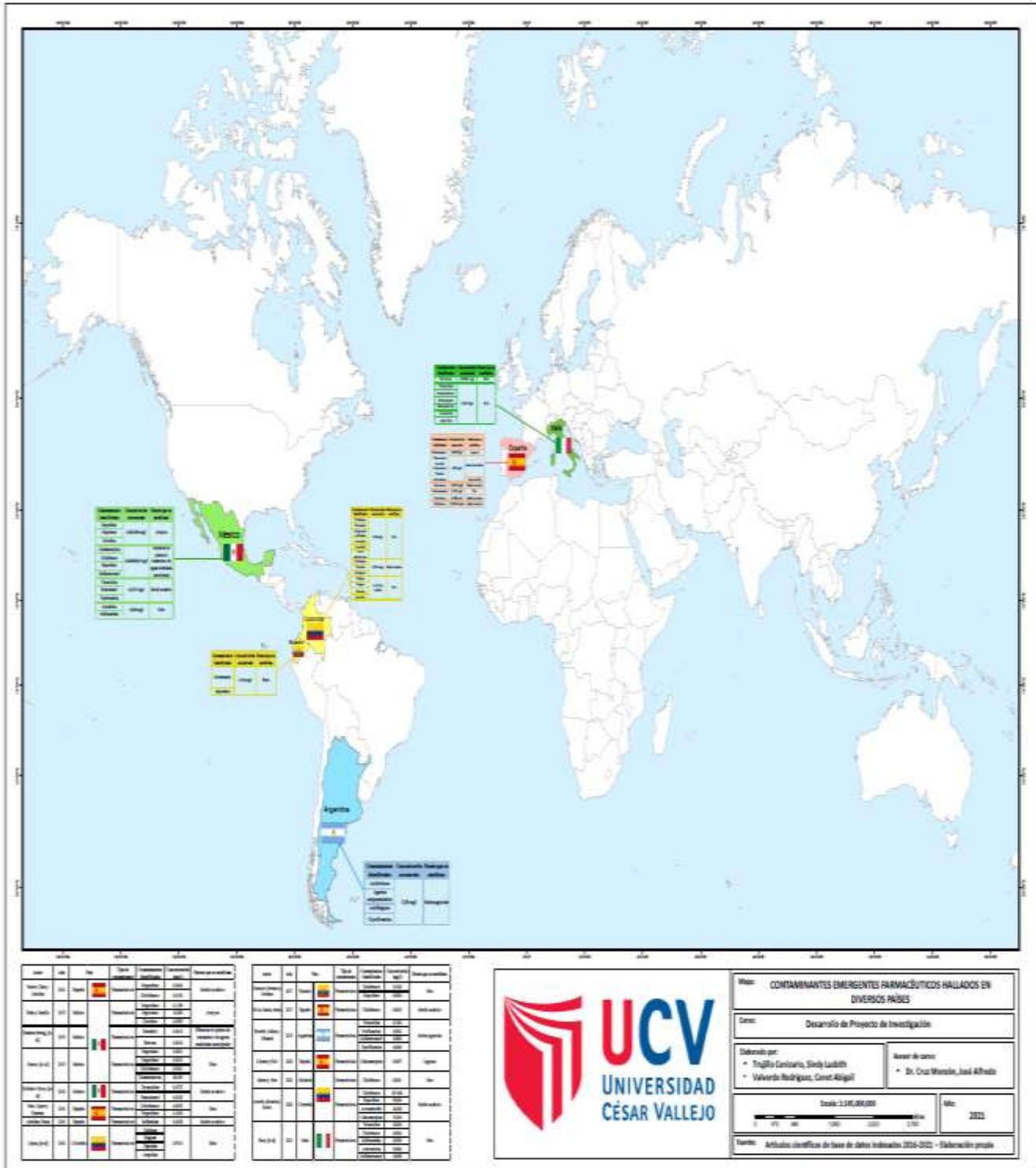
	vetiver (Chrysopogon zizanioides)				Diclofenaco			0,0073		
			Analgésico		Acetaminofén			0,0028		
14	El diseño efectivo de campañas de muestreo para contaminantes químicos y microbianos emergentes en el agua potable y sus recursos basados en la extracción de literatura.	Antropogénico (industrias municipales e industriales)	Microorganismo	Cualitativa no experimental	Bacteria	Sapovirus	Toxicidad	0,0685	Medio acuático	Riesgos clínicos y epidemiológicos.
								Legionella longbeachae		0,0720
15	Contaminantes emergentes en un río que recibe aguas residuales sin tratar de un centro urbano de la India	Antropogénico (industrias hospitalarias)	antiepiléptico	Cualitativa no experimental	Carbamazepina	Pescado	Toxicidad	0,1900	Ríos	Alteraciones en el sistema respiratorio
			Hormonas		Estrógeno			0,1240		
					Andrógenos esteroideos			0,1560		
16	Determinación de contaminantes emergentes en suelos agrícolas por cromatografía líquida acoplada a	Antropogénico (industrias agropecuarias y hospitalarias)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Tetraciclina	Caracoles	Toxicidad	0,1000	Suelos agrícolas	Alteraciones en la función del sistema endocrino
					Norfloxacin			0,0002		

	espectrometría de masas tándem.				Sulfametoxazol			0,0800		
					Ciprofloxacina			0,0040		
17	Contaminantes emergentes en fuentes de aguas subterráneas urbanas en África	Antropogénico (industrias agrícolas y de productos de limpieza)	Pesticida	Cualitativa no experimental	Triclosán	Almejas	Toxicidad	0,030	Medio acuático	Problemas respiratorios
			Producto de limpieza		surfactante			0,0020		
18	Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú)	Antropogénico (actividades agrícolas)	Pesticidas	Cualitativa no experimental	Ortofenilfenol	Mejillones	Toxicidad	0,0674	Suelos	Daños hormonales y genéticos
					Diuron			0,0050	Agua	
					Pirimetanil			0,0010	Aire	
19	Estudio de impacto ambiental de medicamentos de control especial en Bogotá, Colombia. Caso de estudio. Lorazepam	Antropogénico (industrias farmacéuticas)	Farmacéuticos	Cualitativa no experimental	Tabletas	Crustáceos	Persistencia	0,9310	Ríos	Efectos cancerígenos
					Grageas					
					Cápsulas					
					Ampollas					
20	Ecofarmacovigilancia en México: perspectivas para su implementación	Antropogénico (actividades farmacéuticas)	Antiinflamatorios	Cualitativa no experimental	Naproxeno	Ajolotes	Toxicidad	0,0001	Medio acuático	Cambios mutagénicos
					Ibuprofeno			0,0001		
					Diclofenaco			0,0001		

					Dexametasona			0,0046		
21	Contaminantes orgánicos emergentes en aguas contaminantes prioritarios superficiales chinas: identificación de contaminantes prioritarios	Antropogénico (actividades domésticos, industriales, agrícolas)	Sustancias químicas	Cualitativa no experimental	Pescado	Toxicidad	Ríos	Alteraciones al sistema inmunológico	Surfactantes	0,0021
									Alquilfenol	0,0327
									Plastificantes de bisfenol	0,0046
			Hormona						Estrona	0,0001
22	Lodos de depuradora en agricultura - los efectos de los contaminantes químicos seleccionados y los determinantes emergentes de la resistencia genética en la calidad del suelo y los cultivos	Antropogénico (industrias de los hospitales)	Antibióticos	Cualitativa no experimental	Pescado	Infertilidad	Rios	Fiebre	Tetraciclina	0,0054
									Sulfonamidas	0,0068
									Azitromicina	0,0360
									Sulfametoxazol	0,0064
			Antiinflamatorio						Diclofenaco	0,0034

Fuente: elaboración propia

**Figura 4. Mapa de contaminantes emergentes farmacéuticos**



Fuente: elaboración propia

