



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Contaminación Acústica en el Medio Marino y sus Efectos sobre
la Biota. Revisión Sistemática 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORA:

Charcape Medina, Cleopatra Alfa Emma (ORCID 0000-0002-1849-5924)

ASESOR:

Mg. Honores Balcázar, Cesar Francisco (ORCID 0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Este presente trabajo va dedicado primeramente a mi hija Luciana quien realizó mi mayor milagro que fue convertirme en madre y es mi gran fuente de inspiración, mi motor y motivo para salir adelante cada día.

Asimismo, es dedicado a mi hermano Ysrael, quien siempre me motivó a salir adelante a pesar de lo malo que pueda pasar y quien se convirtió en mi ángel sin presenciar mi término de estudios y el convertirme en madre.

También a mis padres por haberme forjado a ser la persona que soy hoy en día, a las personas que estimo mucho, que me dieron aliento y estuvieron junto a mí en varias amanecidas de búsqueda de información, y dándome su hombro cuando sentía que ya no podía más.

¡Gracias de corazón a todos por ayudarme a cumplir mis sueños!!

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por darme las fuerzas para continuar y no rendirme a pesar de las adversidades.

A la Universidad César Vallejo por permitirme avanzar un paso más en esta carrera profesional.

Así como a mis asesores por su dedicación, esfuerzo y constancia para que este trabajo de investigación sea finalizado con éxito.

Índice de contenidos

Caratula	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Indice De Contenidos	IV
Indice De Tablas	V
Indice De Figuras	VI
Abreviaturas	VII
Resumen	VIII
Abstract	VIII
I. Introducción	1
II. Marco Teórico	5
III. Metodología	19
3.1 Tipo Y Diseño De Investigación	19
3.2 Categorías, Subcategorías Y Matriz De Categorización Apriorística	19
3.3 Escenario De Estudio	23
3.4 Participantes	23
3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos	25
3.6 Procedimientos	25
3.7 Rigor Científico	27
3.8 Método De Análisis De Información	28
3.9 Aspectos Éticos	28
IV. Resultados Y Discusión	36
V. Conclusiones	37
VI. Recomendaciones	38
Referencias	39

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de Categorización Apriorística	22
Tabla 2: Base de Datos	23
Tabla 3: Listado de artículos y revistas	24
Tabla 4: Actividades generadoras de ruido	29
Tabla 5: Organismos marinos afectados	31
Tabla 6: Zonas marinas afectadas	33
Tabla 7: Tipos de ruido	34
Tabla 8: Efectos ocasionados	35
Tabla 9: Mitigación	36

Índice de figuras y gráficos

Figura 1: Representación de efectos por exposición a ruido.	5
Figura 2: Representación gráfica de un sonido	6
Figura 3: Representación gráfica de un ruido	7
Figura 4: Contaminación por tráfico acuático	7
Figura 5: Pilotes Hincados	8
Figura 6: Imagen de plataforma petrolífera	9
Figura 7: Estudios sísmicos con pistola de aire	10
Figura 8: Ballenas afectadas por el ruido generado	11
Figura 9: La tortugas de ven afectadas por la contaminación acústica	11
Figura 10: Secuencia de revisión sistemática aplicada de la investigación	26

Índice de abreviaturas

MNP: (Marine noise pollution) Contaminación acústica marina

KHZ: Kilohercio. Una unidad de frecuencia de un movimiento periódico que produce mil vibraciones por segundo

Resumen

Esta investigación trata sobre la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota, la cual ha sido investigada en distintos artículos a nivel mundial, siendo el objetivo de evaluar y dar a conocer el efecto que genera esta contaminación sobre los animales marinos. Esta metodología comprende una investigación de tipo cualitativa y de diseño de revisión sistemática donde los artículos relacionados abarcan de los años 2018 a 2022 en base a una revisión de revistas indexadas.

En esta investigación se halló seis categorías con sus respectivas subcategorías, donde se conocerá las actividades que generan la contaminación acústica las cuales son generadas por el hombre, los organismos y zonas marinas que se ven afectados con este ruido, también se planteara los tipos de ruidos que existen y los efectos que causa en los animales marinos y las medidas de mitigación para aminorar esta contaminación.

Palabras clave: contaminación acústica marina, medio marino, efecto de ruido a animal marino, mitigación de ruido

Abstract

This research deals with noise pollution in the marine environment and its effects on the biota, which has been investigated in different articles worldwide, with the objective of evaluating and publicizing the effect that this pollution generates on marine animals. This methodology includes a qualitative research and systematic review design where the related articles cover the years 2018 to 2022 based on a review of indexed journals.

In this investigation, six categories were found with their respective subcategories, where the activities that generate noise pollution will be known, which are generated by man, the organisms and marine areas that are affected by this noise, the types of noise will also be considered. that exist and the effects it causes on marine animals and the mitigation measures to reduce this contamination.

Keywords: marine noise pollution, marine environment, effect of noise on marine animals, noise mitigation

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica marina es un factor de estrés antropogénico considerado un problema ambiental importante que se reconoce cada vez más por su impacto negativo en la fisiología, comportamiento y estado físico de los organismos marinos. Impulsado por el transporte marino, la pesca artesanal, extracción de petróleo, construcciones submarinas, y otras actividades que se realiza en el mar (Christine Ferrier, et al., 2021).

Esta contaminación puede causar una multitud de impactos en muchos organismos e inducir alteraciones en la población y el ecosistema, especialmente cuando la contaminación acústica impacta a especies importantes, como depredadores claves y especies formadoras de hábitat (E. Di Franco, et al., 2020).

Los animales perciben los sonidos naturales y lo usan como pistas para orientarse en el espacio, desplazamientos en busca de alimentos, migración a áreas reproductivas y detección de hábitats apropiados para el asentamiento (Lecchini et al., 2018). Los estudios de la contaminación acústica se centran principalmente en la fisiología y comportamiento de los mamíferos marinos (Jones, et al., 2019).

Existen dos tipos de contaminación acústica: el agudo que es caracterizado por sonidos con alta intensidad y de corta duración, a menudo emitidos repetidamente y en frecuencias que van desde unos pocos hercios como las pistolas de aire comprimido, pilotos (Popper, et al., 2018). Y el crónico que es caracterizado por una menor intensidad, pero una duración prolongada como el tráfico de barcos (Picciulin et al., 2019).

Existen también diversas actividades que producen este problema, principalmente las embarcaciones cuyas actividades afectan a los biomas acuáticos a través de las perturbaciones físicas tales como la destrucción del hábitat físico y la vegetación a través del daño del ancla, el encallamiento y lavado de embarcaciones, además del comportamiento de la fauna debido a las emisiones y movimientos de ruido de las embarcaciones (Byrnes et al., 2020).

En los últimos años varios estudios alrededor del mundo han confirmado que la contaminación acústica afecta negativamente la salud y supervivencia de la fauna marina, alterando las señales producidas por los animales, influyendo en su comportamiento de llamada, estado fisiológico, etc. (Putland et al., 2018). De igual modo muchos estudios han evaluado los efectos de la perturbación acústica del sonido en los organismos marinos (Jawad et al., 2021).

De los pocos estudios realizados, la mayoría se ha hecho en mamíferos marinos y peces (Erbe et al., 2018) y los efectos del ruido en los invertebrados marinos, como los bivalvos recibieron menos atención (Wale et al., 2021).

En la actualidad, tras el confinamiento por la pandemia COVID-19, se suspendieron las actividades, suspendiendo así todos los servicios de transporte público, incluidos aviones y barcos, teniendo un impacto positivo en el medio marino a través de la reducción de las fuentes de ruido generado por el transporte marino (Chahouti et al., 2021)

El aumento del ruido antropogénico submarino en los ecosistemas marinos está bien documentado, pero sus efectos sobre los organismos marinos siguen sin estar claro (Hawkins et al., 2019).

Los impactos potenciales del ruido antropogénico en los organismos marinos han llamado la atención mundial (Popper et al., 2020). Los estudios demuestran que una amplia variedad de procesos biológicos y funciones fisiológicas de los organismos marinos pueden verse afectados negativamente por el ruido antropogénico, como la comunicación acústica (Alves et al., 2021), la sensibilidad auditiva (Kastelein et al., 2018), comportamiento de forrajeo, comportamiento antidepredador (Kok et al., 2021), reproducción (Smott et al., 2018) y desarrollo embrionario.

Desde hace poco, se está desarrollando un gran interés por los efectos que causa la contaminación acústica, especialmente en las instalaciones de la acuicultura con la experimentación de estímulos musicales o diversos ruidos provocados por bombas o sistema de filtrado sobre el comportamiento y las respuestas al estrés de los peces en condiciones de cultivo.

Se realiza este estudio por la falta de información actualizada que integre el impacto de la contaminación acústica del hombre a nivel global y a nivel de la escala de los organismos para poder conocer cuales están siendo más afectados.

Justificación metodológica. El desarrollo de esta investigación brinda información sobre la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota, a través de teorías de artículos que expresan experiencias y conocimientos diversos sobre el tema en asunto.

Asimismo, presenta una **justificación práctica** porque servirá de herramienta de consulta para futuras investigaciones con respecto a la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

Se **justifica ambientalmente** porque se da a conocer el impacto de la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota, así como las medidas que se puede tener ante esta problemática a nivel mundial.

Justificación social, se informó a la sociedad sobre la contaminación acústica marina en relación a los efectos que causa sobre los animales, buscando mitigar los daños y efectos que estos ocasionan al momento de estar presentes.

Justificación económica, proporciona recomendaciones para mitigar la contaminación acústica en el medio marino; las empresas que sigan las directrices sabrán que realizar para reducir los efectos que generan en el medio marino y así salvaguardar la integridad de la biodiversidad de especies que existen en el lugar afectado.

Por tal motivo, esta investigación tiene como:

PG: ¿Cuál es el estado de la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos en la biota?

Y como problemas específicos:

PE1: ¿Cuáles son las actividades que producen contaminación acústica en el medio marino?

PE2: ¿Qué tipos de organismos marinos son afectados por la contaminación acústica en el medio marino?

PE3: ¿Cuáles son las zonas marinas que resultan más afectadas por la contaminación acústica en el medio marino?

PE4: ¿Cuáles son los tipos de ruido que encontramos por la contaminación acústica en el medio marino?

PE5: ¿Cuáles son los efectos causados por la contaminación acústica en el medio marino?

PE6: ¿Cuáles son las opciones de mitigación para aminorar la contaminación acústica en el medio marino?

Objetivo General:

Evaluar el estado que produce la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

Objetivos Específicos:

OE1: Identificar la contaminación acústica de las distintas actividades en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

OE2: Analizar los organismos marinos que son afectados por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

OE3: Analizar las zonas marinas que resultan más afectadas por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

OE4: Analizar los tipos de ruidos que encontramos por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

OE5: Conocer los efectos causados por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

OE6: Evaluar la eficacia de las distintas opciones de mitigación empleadas para aminorar el impacto de la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

II. MARCO TEÓRICO

La contaminación acústica es un estresor antropogénico que se reconoce cada vez más por su impacto negativo en la fisiología, comportamiento y aptitud de los organismos marinos. (Christine Ferrier, 2021); El rápido aumento de la industrialización introduce cada vez, más sonidos antropogénicos durante las actividades en el entorno marino como la construcción de pilotes, plataformas petrolíferas, oleoductos, la perforación de postes, el dragado o la excavación de zanjas y el tráfico de embarcaciones que son fuentes de contaminación acústica submarina. (Kusku et al., 2018). Sin embargo, aún quedan muchas preguntas sobre la capacidad auditiva, el estrés o las respuestas al sonido de los peces.

El ruido es el término atribuido para referirse a cualquier tipo de sonido irritante y molesto, y la contaminación acústica es una de las preocupaciones ambientales siendo reconocida como un problema importante que afecta la habitabilidad; los impactos negativos de los altos niveles de contaminación acústica se acumulan y genera efectos en los organismos (Ihemeje et al., 2021).

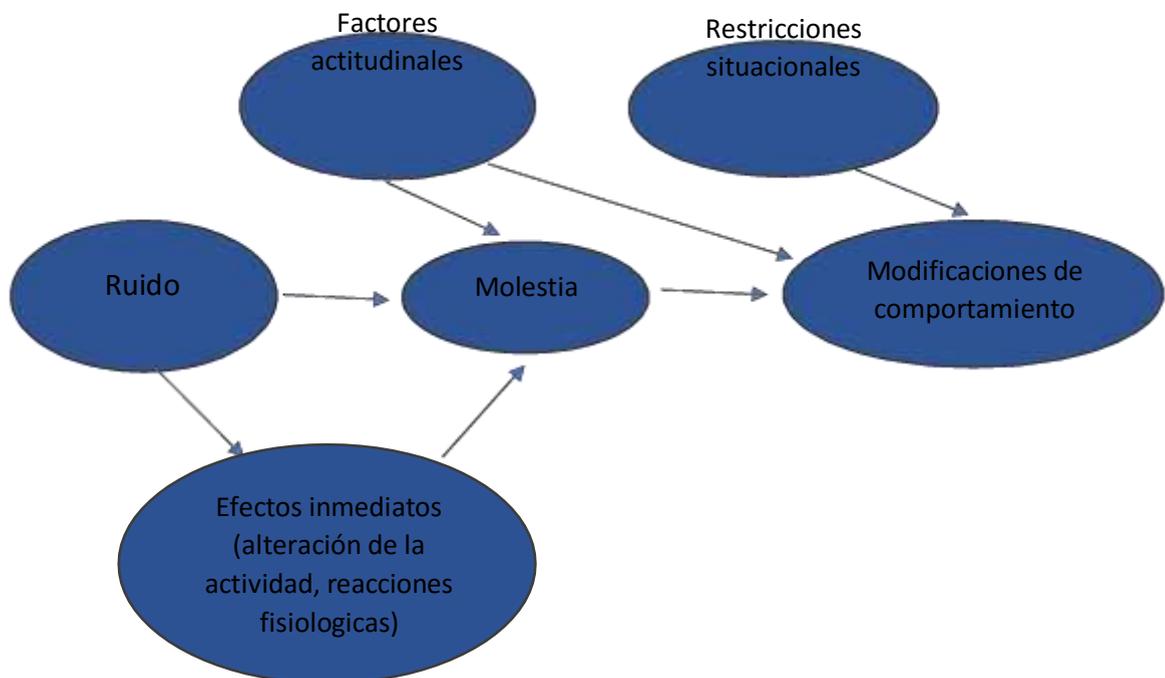


Figura 1: Representación de efectos por exposición a ruido.

Fuente: Adaptado de Ihemeje et al., (2021)

A pesar de que el ruido sea muy molesto o irritante no se puede llegar a eliminarlo, pero si se puede controlar con el fin de reducir su impacto hacia las personas, animales y medio ambiente.

Se hace necesario comprender inicialmente ciertos términos para poder entender la problemática de la contaminación acústica.

Sonido: El sonido es generado por el movimiento de un objeto, como un altavoz o un pilote siendo conducido en un médium como el aire o el agua, es una vibración que refiere al movimiento real de la fuente de sonido (Hawkins et al., 2019).

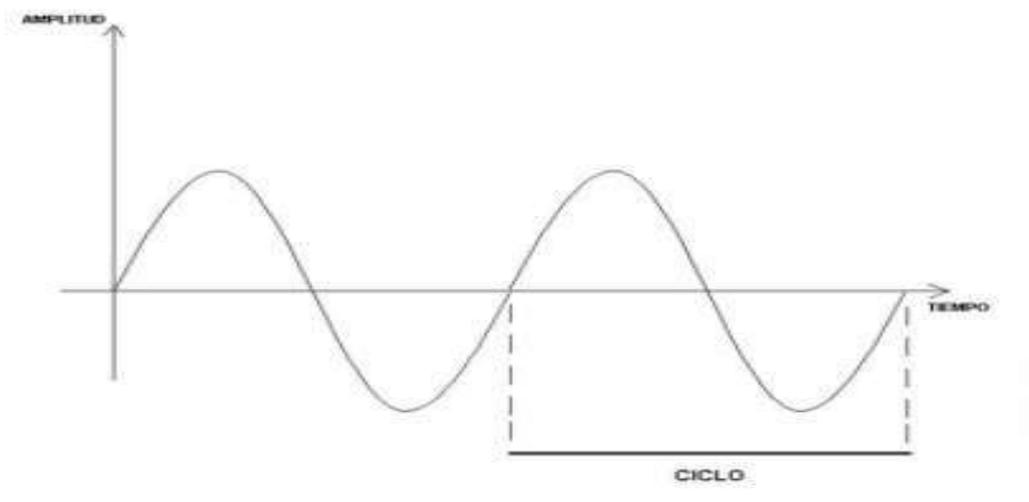


Figura 2: Representación gráfica de un sonido

Fuente: Henríquez Ramírez, et al., (2018)

Ruido: El término ruido se usa para describir sonidos no deseados que se consideran desagradables, ruidosas o perjudiciales para la audición o que puede dificultar la detección de una señal en particular (Popper et al., 2019).

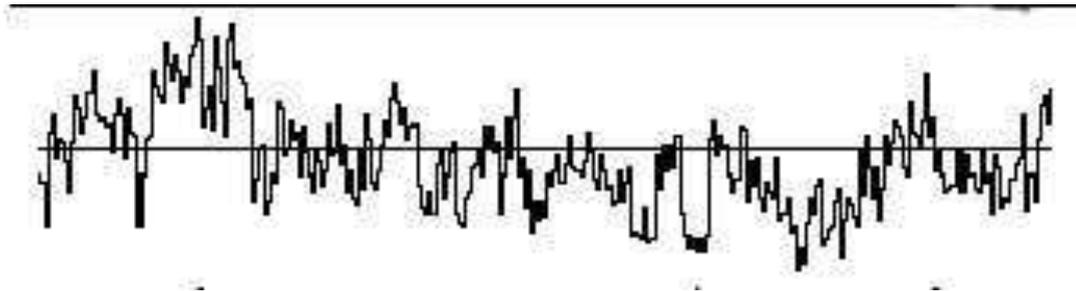


Figura 3: Representación gráfica de un ruido

Fuente: Estela, Ikam, Garcia et al., (2018)

Entre las principales actividades generadores de contaminación acústica se cuentan: Embarcaciones. El tráfico de barcos es una actividad humana que genera una contaminación acústica al entorno acuático; las mediciones del ruido del océano indica que el ruido de baja frecuencia (<1 kHz) ha venido en aumento particularmente en las zonas costeras y de transición, este ruido de baja frecuencia se superpone con el rango de audición de varios taxones, causando un impacto generalizado en los organismos marinos (Slabbekoorn et al., 2019). Los pocos estudios disponibles, mencionan que la exposición al ruido de los barcos puede aumentar la frecuencia cardíaca en la fauna marina (Jain-Schlaepfer et al., 2018).



Figura 4: Contaminación por tráfico acuático.

Fuente: Petra Magro, (2019)

Hincado de pilotes. El ruido generado por el hincado de pilotes se manifiesta como pulso de baja frecuencia, pudiendo llegar hasta los 20 kHz con un alto nivel de presión acústica, se llegan a utilizar intensamente en construcciones marinas e instalaciones industriales; los efectos del hincado de pilotes varían según sea el tamaño de montículo y la profundidad del hincado, estas centrales eléctricas que se instalan en la superficie del agua requieren un hincado intensivo de pilotes durante el trabajo de construcción, y eso producen una variedad de ruidos durante la construcción (Taylor N. 2018).



Figura 5: Pilotes hincados
Fuente: Kusku, (2018)

Plataforma petrolífera. Las actividades de producción de gas y petróleo generan mucho ruido en el medio marino ya que es asociado con las actividades de perforación, las embarcaciones más utilizadas para su desarrollo son las comúnmente llamadas “jack-up rigs” (torres o plataformas autoelevables); el ruido está producido por la maquinaria de perforación, las hélices y propulsores que se utiliza para mantener la posición de la embarcación (Glisser, 2018). Esta actividad puede cubrir un impacto de área de 100m a 1000m, o incluso más distancias lejanas de la fuente del sonido principal (Kusku, 2018).



Figura 6: Imagen de plataformas petrolíferas
Fuente: Dr. Aguilar de Soto

Pistolas de aire sísmicas. Las pistolas de aire sísmicas lanzan aire comprimido al océano a intervalos regulares, a veces hasta una vez cada 10 segundos; cada ráfaga de aire crea una onda de sonido que viaja al fondo del océano y rebota hacia los hidrófonos de la embarcación (Noel Kirkpatrick, 2019).

En la industria del petróleo, para mapear estructuras geológicas del lecho marino se utilizan pistolas de aire al que descargan burbujas de aire comprimido en la columna de agua, generando sonidos de alta energía de baja frecuencia generando tasas de captura reducida de distintas especies como peces, crustáceos y moluscos (Paxton et al; 2018)



Figura 7: Estudios sísmicos con pistola de aire.
Fuente: Colaborador Leo Francini

Organismos Marinos Afectados. El sonido submarino es un estímulo sensorial importante en los ambientes acuáticos; sin embargo, la contaminación acústica afecta a los organismos marinos que en ellos se encuentran, entre los cuales encontramos los **peces**. Los peces son uno de los organismos más diversos y abundantes, capaces de producir, pero también de percibir sonidos, debido a las células ciliadas sensoriales que convierten movimiento de partículas a señales eléctricas al sistema nervioso (Putland et al., 2019).

Ballenas. Utilizan el sonido para una diversidad de propósitos, incluida la navegación, la búsqueda de alimento, la comunicación entre congéneres y el reconocimiento de especies, grupos e incluso individuos (Heenehan et al., 2019).

Cuando se usan pistolas de aire, algunas ballenas de aleta dejan de comunicarse, lo que perjudica sus posibilidades de reproducción.

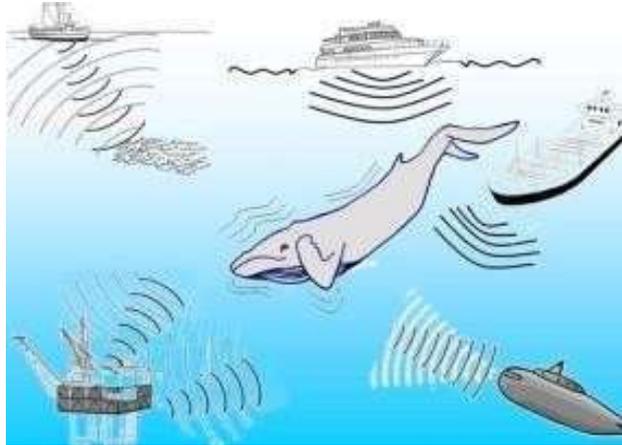


Figura 8: Ballenas afectadas por el ruido generado.
Fuente: Cortinas Acústicas

Tortuga marina. Utilizan señales acústicas o perturbaciones que se originan en los barcos, por ejemplo, para generar respuestas de evitación. Mientras no están bajo el agua, las tortugas marinas producen un croar mientras anidan (Ferrara et al., 2014).



Figura 9: Las tortugas se ven afectadas por la contaminación acústica
Fuente: Institución oceanográfica Woods Hole

Invertebrados marinos. Entre los invertebrados marinos encontramos a los mejillones marinos o choros que son una familia de moluscos bivalvos sésiles que se adhieren a superficies sólidas a través de hilos bisales, su cuerpo es blando y protegido por dos valvas (conchas) alargadas y estriadas de un tono azulado oscuro, unidas por una charnela (Wei Shi et al., 2021); están distribuidos al largo de las zonas costeras de todo el mundo y son de gran importancia ecológica y socioeconómica, como utilizarlo como fuente de alimentación humana; se encontró que el ruido antropogénico afectó negativamente ya que su hábito bentónico y su capacidad de locomoción limitada les impide escapar de una área de ruido (Shuge Sun et al., 2021).

Zonas Marinas Afectadas. La contaminación acústica marina sucede a nivel mundial, se ha convertido en un problema importante que amenaza los océanos en todo el mundo debido a las crecientes actividades antropogénicas en los océanos.

En los arrecifes de Isla Vírgenes, Estados Unidos se descubrió que el ruido de los barcos ocurría casi a diario, especialmente en aquellos sitios con la mayor densidad de peces y corales, donde se detectó barcos en el 98% de los días de registro (Dinh et al., 2018).

El Mar Mediterráneo es una cuenca templada y semicerrada atravesando por algunas de las rutas comerciales marítimas más importantes donde las zonas costeras están urbanizadas, hay recursos pesqueros explotados y se concentra múltiples amenazas convirtiéndolo afectado por la contaminación acústica (Di Franco et al., 2020).

En el Ártico canadiense el transporte marítimo ha ido en aumento durante las últimas décadas, dando lugar a un aumento de la contaminación acústica submarina lo que genera una gran amenaza para los animales marinos (Zuzanna Kochanowicz et al., 2021)

La zona costera del sureste de Brasil tiene hábitats variados, como islas y bahías y aunque no se reconoce como un problema grave, las características

ambientales varían a lo largo de la región, no solo por los factores naturales sino por el uso humano; la fauna marina está constantemente expuesta al ruido generado por el hombre en la región (L. Bittencourt et al., 2020).

Tipos De Ruido. Hay dos tipos de MNP, dependiendo de la intensidad y duración: MNP agudo, trata sobre el ruido de las ondas acústicas de la pistola de aire, hincado de pilotes, construcción de plataformas petrolíferas (Di Franco et al., 2020). MNP crónica, trata sobre el ruido de los barcos, producidos por embarcaciones de recreo o pesca, barcos y transbordadores (Hawkins y Popper et al., 2018)

La MNP crónica está mucho más extendida que el MNP agudo y es ampliamente considerada como el principal contribuyente al aumento de ruido del fondo del océano. El ruido antropogénico altera la firma acústica de los ecosistemas marinos y representa una gran amenaza para los organismos marinos (Jeremy Mathews et al., 2021).

Muchos animales acuáticos cambian su comportamiento en respuesta al aumento de los niveles de ruido ambiental (Cox et al., 2018; Slabbekoorn et al., 2018; Southall et al., 2019)

Hasta la evitación horizontal de áreas ruidosas (p. ej., Carstensen et al., 2006; Kok et al., 2018), y puede incluir cambios en la elección de pareja, el comportamiento de búsqueda de alimento y las respuestas contra los depredadores (Shafiei Sabet et al., 2015; Simpson et al., 2015; de Jong et al., 2018). Aumento de los niveles de ruido se ha descubierto que afecta a todos los niveles tróficos, desde las especies de presa, como los invertebrados (Hubert et al., 2018) y la intermitencia también pueden cambiar la relación entre el nivel de sonido y la magnitud de la respuesta (Kok et al., 2018)

Efectos Causados. Los efectos se visualizan en el decreciente comportamiento de búsqueda de alimento en animales marinos, se ha registrado como una respuesta de miedo a la exposición de ruido, siendo algo inusual para su entorno

natural; esta disminución de la alimentación y el aumento de la tasa metabólica conducen a una reducción en el rendimiento del crecimiento (Kusku et al., 2018).

Por otro lado, los estreses fisiológicos en los animales marinos generalmente aparecen como estimulación de la actividad nerviosa, aumentan en el metabolismo y disminuyen el sistema inmunológico (Spiga et al., 2018).

En los peces, el ruido puede afectar la fisiología de estos ya en su etapa embrionaria. Por ejemplo, las frecuencias cardíacas de los embriones aumentan cuando se someten al ruido de dos motores de embarcaciones pequeñas (Fakan y McCormick, 2019). Los niveles elevados prolongados de cortisol pueden tener un impacto negativo, además del nivel de testosterona que en los machos de pez payaso aumenta (Mills et al., 2020).

Asimismo, es probable que un ruido acústico inesperado pueda inducir una reacción en las células de Mauthner, que son responsables de iniciar el reflejo de alarma en los peces (Kusku et al., 2018).

Se sabe poco sobre el impacto de la contaminación acústica en **los invertebrados**, algunas investigaciones realizadas por Lillis et al., 2018 demuestran que el paisaje sonoro influye en el asentamiento.

Las almejas gigantes muestran un retraso en el cierre de la válvula, una respuesta contra los depredadores, cuando se someten a un sonido y un cambio simultáneo en el flujo de agua (Doyle et al., 2020).

En los bivalvos marinos (moluscos) hay implicaciones moleculares, fisiológicas y comportamiento de perturbación por el ruido (Wale et al., 2019). Estuvieron expuestos a una condición ambiental bajo el agua (-50 dB) con exposición al ruido de pilotaje (-70 o -100 dB) durante 10 días mostrando que el ruido redujo significativamente la secreción de hilos bisales y debilitó su rendimiento mecánico, resistencia, tenacidad, lo que provocó una disminución del 19.95-44.50% en el mejillón (Xinguo Zhao et al., 2021).

De igual forma en **los crustáceos**, cualquier perturbación de sonido puede enmascarar las señales acústicas utilizadas para navegar a hábitats, las

langostas de roca palinúridas nunca recuperan los reflejos de enderezamiento ni curan el daño de los estatocistos (Day et al., 2019).

(Jong et al., 2018) Probaron el efecto del ruido continuo de baja frecuencia en el comportamiento de cortejo en dos especies de peces marinos, el gobio de dos puntos y el gobio pintado, utilizando experimentos de acuario; con el que se vio que los machos de ambas especies exhibieron menos cortejo acústico y cortejo visual.

Mitigación para aminorar el impacto. Si bien no se puede eliminar la contaminación acústica, si se puede usar medidas para mitigar y aminorar el impacto de la contaminación acústica en el medio marino (Nathan et al., 2019). La única forma segura de reducir el riesgo de impacto es la reducción del ruido, esto puede lograrse reduciendo el ruido emitido en la fuente y reduciendo la cantidad de actividades generadoras de ruido.

Existe poca legislación para la contaminación acústica en el entorno marino (Markus y Sánchez et al., 2018)

Algunas medidas para mitigar el impacto:

En el caso de las embarcaciones las fuentes de ruido son la hélice, la maquinaria y el casco. La forma adecuada del casco tiene un papel importante en la mejora de la eficiencia y la mitigación de la contaminación, con el aumento del 1% en su costo de construcción, se tendría una reducción del ruido de 10Db. Por otro lado, la hélice tiene cinco causas de propagación de ruido, pero la más dominante es la cavitación que mediante el adecuado diseño puede ser más silenciosa y eficiente. Mientras que la maquinaria es dominante mientras la velocidad del barco es menor que la velocidad de inicio de cavitación, si se selecciona adecuadamente la maquinaria y el diseño, la ubicación y los cimientos además del refuerzo anti vibratorio de los motores y generadores se puede reducir la vibración (Nathan et al., 2019).

Restricciones espaciotemporales a las actividades generadoras de ruido, es decir restringir la actividad en o cerca de peces en zonas de desove durante la temporada de desove o en tiempo real durante la actividad basada en detección

de corto alcance de mamíferos marinos si se detecta dentro de un radio específico (Nathan et al., 2019).

Introducción de ruido adicional de menor intensidad con la intención de dispersar a los animales antes que se alcance niveles de ruido más dañinos (Fraulker et al., 2018).

La velocidad de los barcos afecta las emisiones de ruido del barco, una restricción de velocidad puede reducir los niveles de ruido: esto se demostró en una prueba de desaceleración de un buque en Canadá en el 2017 (Trounce et al., 2018).

El hincado de pilote puede evitarse o reducirse mediante el uso de un tipo de cimentación alternativo o un método de pilotaje que reduce la producción del ruido (Fistuca et al., 2018).

Las emisiones de ruido pueden reducirse colocando barreras acústicas alrededor de la operación de pilotaje, utilizando aire, burbujas de aire, barreras sólidas o combinación de estos (Dahne et al., 2018).

Lars O. Mortensen, 2021 señaló que los mamíferos marinos y los peces son dos grupos taxonómicos destacados que están expuestos a esta contaminación acústica, que puede experimentar efectos perjudiciales a nivel de población; como el comportamiento individual, la disuasión, la perturbación, la distracción y el enmascaramiento de sonidos biológicamente relevantes, pueden traducirse energéticamente en cambios en las tasas vitales (crecimiento, maduración, reproducción y supervivencia).

Christine Ferrier, 2021 menciona que la contaminación acústica es un factor de estrés antropogénico que se reconoce cada vez más por su impacto negativo en la fisiología, el comportamiento y el estado físico de los organismos marinos. Impulsado por la reciente expansión del transporte marítimo, la pesca artesanal y el turismo (p. ej., lanchas a motor utilizadas con fines recreativos), aumentando el ruido submarino considerablemente.

E. Di Franco, 2020 señala que el ruido marino ha ido subiendo a gran magnitud desde la segunda guerra mundial; y es muy probable que esto continúe dado al crecimiento poblacional, el tráfico marítimo, la extracción y diversas actividades

que el hombre realiza en el océano pudiendo causar una multitud de impactos en muchos organismos, pero la información a menudo está dispersa y los resultados generales son difíciles de evaluar.

Habib-ur-Rehman Solangi, 2019 evalúa que los efectos nocivos pueden ser temporales o permanentes, y menciona que puede tener un impacto significativo en la vida marina y que sus implicaciones para el medio ambiente marino aumentarán en el futuro describiéndolo como un problema de contaminación importante a escala mundial.

Hawkins y Popper, 2018 indica que hay dos tipos distintos de MNP, según la intensidad y la duración: 1) aguda MNP, caracterizado por sonidos de alta intensidad y corta duración, a menudo emitidos repetidamente y más frecuencias que van desde unos pocos hercios (por ejemplo, explosiones, pistolas de aire comprimido, hincado de pilotes) hasta cientos de miles de hercio.

Rako-Gospiy y Picciulin, 2019 El MNP crónico está mucho más extendido que MNP agudo y es ampliamente considerado como el principal contribuyente al aumento en el océano ruido de fondo.

Erbe, 2018 El ruido del océano puede tener multitud de efectos sobre la fauna marina, que van desde la alteración del comportamiento hasta el enmascaramiento de la comunicación y los problemas fisiológicos.

Kusku, 2018 indica que es probable que un ruido acústico inesperado pueda inducir una reacción en las células de Mauthner, que son responsables de iniciar el reflejo de alarma en los peces, esto se informó anteriormente en juveniles de lubina. Se han registrado efectos decrecientes en el comportamiento de búsqueda de alimento en animales marinos como una respuesta de miedo cuando se exponen a ruidos submarinos, inusuales en su entorno natural. Esta alimentación reducida y el aumento de la tasa metabólica conducen a una reducción en el rendimiento del crecimiento. La pérdida de apetito es una respuesta esperada del estrés fisiológico, posiblemente causada por el reflejo de alarma inducido de los peces expuestos al ruido submarino.

Spiga, 2018 Las respuestas de estrés fisiológico en animales marinos a ruidos circundantes inusuales generalmente aparecen como estimulación de la

actividad nerviosa, aumento del metabolismo y disminución del sistema inmunológico. Cuando las actividades humanas proporcionan niveles de presión de sonido similares o inferiores a las condiciones acústicas de fondo, es probable que los animales marinos no se vean perturbados, posiblemente debido al menor e insuficiente nivel de sonido para activar el reflejo de alarma.

Van Beest, 2018 Si bien los experimentos controlados han llevado a un progreso sustancial en la evaluación de las respuestas de los mamíferos marinos en libertad a las fuentes de ruido impulsivo, como el sonar o las pistolas de aire.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según Baimyrzaeva, 2018: “La investigación aplicada consiste en mantener conocimientos y realizarlos en la práctica además de mantener estudios científicos con el fin de encontrar respuesta a posibles aspectos de mejora en situación de la vida cotidiana”.

La presente investigación es un estudio sistemático de tipo cualitativo, utilizando la recolección y análisis de los datos; nos basaremos en los principios y enfoques teóricos sobre la contaminación acústica en el medio marino y los efectos que genera en la biota.

3.1.2 Diseño de investigación

Para Salgado, 2007, el término diseño en el marco de una investigación cualitativa se refiere al abordaje general que se utiliza en el proceso de investigación, es más flexible y abierto, y el curso de las acciones se rige por el campo (los participantes y la evolución de los acontecimientos), de este modo, el diseño se va ajustando a las condiciones del escenario o ambiente.

La presente investigación utiliza un diseño narrativo, en base a los análisis de los diferentes artículos obtenidos relacionados a la contaminación acústica que sucede en el mar, es una revisión sistemática organizada por categorías y subcategorías.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

La siguiente Tabla 1 presenta la matriz de categorización apriorística basada en los objetivos y problemas específicos de la investigación, además de las categorías y subcategorías

Tabla 1: Matriz de Categorización Apriorística

OBJETIVOS	PROBLEMAS	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	UNIDAD DE ANÁLISIS
Identificar la contaminación acústica de las distintas actividades en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Cuáles son las actividades que producen contaminación acústica en el medio marino?	Actividades	Embarcaciones, construcción de pilotes, plataformas petrolíferas, pistola de aire sísmica.	Nathan D. Comerciante, 2019
Analizar los organismos marinos que son afectados por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Qué tipos de organismos marinos son afectados por la contaminación acústica en el medio marino?	Organismos marinos	Peces, ballenas, tortugas marinas.	Ding et al. 2019
Analizar las zonas marinas que resultan más afectadas por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Cuáles son las zonas marinas que resultan más afectadas por la contaminación acústica en el medio marino?	Zonas marinas	Costera, oceánica	Zheng et al. 2021
Analizar los tipos de ruido que encontramos por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Cuáles son los tipos de ruido que encontramos por la contaminación acústica en el medio marino?	Tipos de ruido	Grave, agudo	E.Di Franco, 2020

Conocer los efectos causados por la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Cuáles son los efectos causados por la contaminación acústica en el medio marino?	Efectos	Daño fisiológico, efecto comportamental, daño perceptivo, extinción de especies.	JS WEIS, 2020
Evaluar la eficacia de las distintas opciones de mitigación empleadas para aminorar el impacto de la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.	¿Cuáles son las opciones de mitigación para aminorar la contaminación acústica en el medio marino?	Mitigación	Restricción geográfica y estacional, reducción de intensidad de la fuente sonora	Nathan D. Comerciante, 2019

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.3 Escenario de estudio

La investigación no presenta un escenario definido, ya que está basado en una revisión sistemática, por lo que consistirá en revisión de artículos y revistas indexados extraídos de la biblioteca virtual que son proporcionados por la universidad César Vallejo referidos a la contaminación acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota.

Tabla 2: Base de Datos

Base de datos	Dirección
Scielo	https://scielo.org/es/
Science direct	https://www.sciencedirect.com/
Google académico	https://scholar.google.es/schhp?hl=es
Scopus	https://www.scopus.com/home.uri
Elsevier	https://tienda.elsevierhealth.com/

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.4 Participantes

Esta investigación ha tenido como participantes a los autores y la información que se recopiló por los mismos a través de documentos, fundamentalmente de los artículos científicos de la base de datos como Scopus, Scielo, búsqueda en Google Académico, Science Direct

Tabla 3: Listado de artículos y revistas

Título: Contaminación Acústica en el medio marino y sus efectos sobre la biota. Revisión Sistemática, 2022.			
Item	Revista	Base de Datos	Número de artículos
1	Marine pollution bulletin	Science Direct	6
2	Scientific reports	Nature	1
3	Ecological indicators	Science Direct	1
4	Aquatic research	ScientificWebJournals	1
5	Zoological science	PeerJ	1
6	Proceedings of Meeting on acoustics	ASA	1
7	Frontiers in marine science	Scopus	3
8	Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	The royal society	1
9	Springer Handbook of auditory research	Springer	1
10	Oikos	Wiley Online Library	1
11	Biodiversidad	codeverde	1
12	General and comparative Endocrinology	Science direct	1
13	Trends in Ecology & Evolution	Science direct	1
14	Journal of fish biology	Science direct	1
15	Review of maritime transport	United nations conference on trade and development	1
16	Facultad de Ingeniería	USIL	1
17	Marine Policy	Science direct	2
18	Ambio	Springer	1

Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: La recolección de datos resulta fundamental, solamente que su propósito no es medir variables para llevar a cabo inferencias y análisis estadístico. Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada uno. (Hernández, 2014)

La técnica que usaremos en esta investigación será la observación, ya que nos sentiremos a ver el mundo a través de todos los artículos recolectados, tomaremos notas y analizaremos cada documento, adentrándonos profundamente a cada situación y estando atento a cada detalle, comprendiendo y generando conocimiento del efecto que causa la contaminación acústica en los animales marinos.

Instrumentos de recolección de datos: Son varios los instrumentos, como las entrevistas o los grupos de enfoque; lo cual es parcialmente cierto. Pero, la verdadera respuesta y que constituye una de las características fundamentales del proceso cualitativo es: el propio investigador. (Hernández, 2014)

Una vez tengamos la información necesaria procederemos a plantearlas en cuadros y/o matrices generando así una información resumida y generalizada sobre los efectos que causa la contaminación acústica en la vida marina. Se realizará una ficha de datos para tener clara la información obtenida.

3.6 Procedimientos

La presente investigación consta con tres etapas, las cuales serán fundamentales

Primera Etapa: Búsqueda de información. En esta etapa se realiza una búsqueda exhaustiva de artículos científicos registrados en la base de datos de Scopus, EBSCO, Scielo, Elsevier; usando palabras claves referido al tema de investigación “contaminación acústica marina”, “ruido marino”, “impacto acústico marino”, “ruido antropogénico”, “tipos de ruido”, “organismos marinos afectados”, “efectos de ruido”.

Estas palabras fueron buscados en idioma ingles “marine noise pollution”, “marine noise”, “marine acoustic impact”, “anthropogenic noise”, “types of noise”, “affected marine organisms”, “noise effects”.

Segunda Etapa: Selección de información. Se hará una selección de todos los artículos encontrados en las diferentes páginas web de los últimos cinco años (2018 a 2022) y en el idioma inglés.

Llegando a obtener 16,800 artículos, de donde se realizó un filtro según el interés y eliminando duplicados.

Tercera Etapa: Análisis de información. Esta sería la última etapa donde se analiza toda la información recaudada, se arman tablas y se procede a armar la investigación paso por paso.

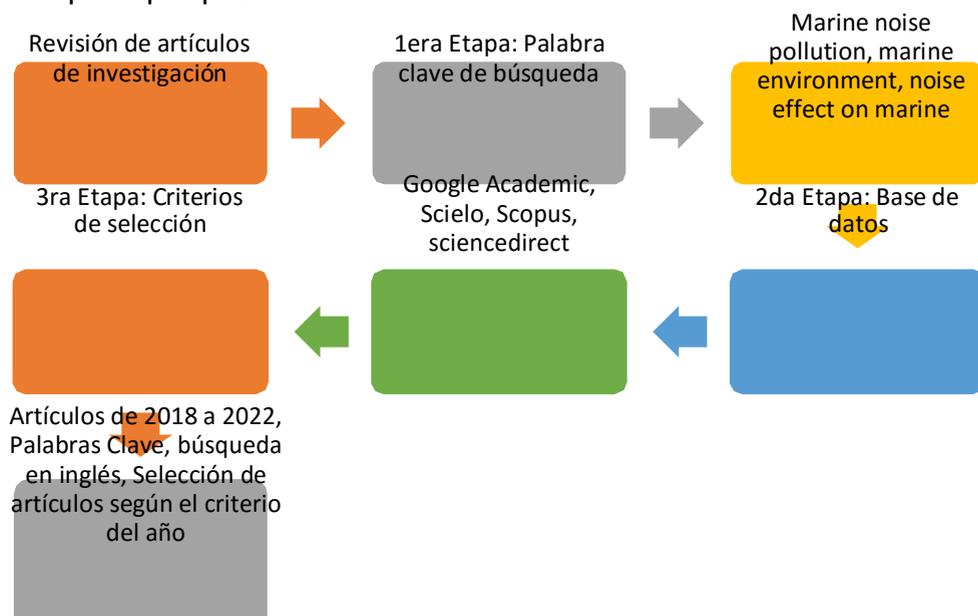


Figura 10: Secuencia de revisión sistemática aplicada de la investigación

Fuente: Elaboración propia, (2022).

3.7 Rigor científico

Se prefiere utilizar el término “rigor”, en lugar de validez o confiabilidad, aunque haremos referencia a estos términos. Cabe señalar que aplican tanto al proceso como al producto (Savin-Baden y Major, 2013).

La metodología es apropiada y segura y responde exclusivamente al tema en investigación (Salgado 2007), es importante destacar que esta investigación cumple con los cuatro criterios establecidos:

Credibilidad, la credibilidad se refiere a cómo los resultados de una investigación son verdaderos para las personas que fueron estudiadas y para otras personas que han experimentado o estado en contacto con el fenómeno investigado.

Transferibilidad, se refiere a la posibilidad de extender los resultados del estudio a otras poblaciones. En la investigación cualitativa la audiencia o el lector del informe son los que determinan si pueden transferir los hallazgos a un contexto diferente del estudio.

Dependencia, es el grado en que diferentes investigadores que recolectan datos similares en el campo y efectúen los mismos análisis, generen resultados equivalentes.

Confiabilidad, se trata de la habilidad de otro investigador de seguir la pista o la ruta de lo que el investigador original ha hecho. Para ello es necesario un registro y documentación completa de las decisiones e ideas que el investigador haya tenido en relación con el estudio.

3.8 Método de análisis de información

La información recolectada ha sido almacenada, ordenada, y analizada para la elaboración de tablas teniendo en consideración las categorías y subcategorías

que fueron planteadas dando lugar al cumplimiento de los objetivos de la investigación.

3.9 Aspectos éticos

Se declara que para esta investigación se cumplió con los principios éticos, utilizando artículos confiables y citas bibliográficas teniendo como referencia el manual ISO 690 de la Universidad César Vallejo, los resultados serán respaldados de acuerdo a los criterios de rigor científico según la normativa.

Asimismo, se realizó una búsqueda por cada categoría y subcategoría para tener un amplio conocimiento de cada objetivo planteado.

Por otro lado, se respetan los derechos de autor, citándolo adecuadamente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis realizado sobre la contaminación acústica marina y sus efectos sobre la biota se centró en los aspectos más importantes que generan esta contaminación, para ello se dio el primer objetivo específico “Identificar la contaminación acústica en las distintas actividades en el medio marino” por lo que se hizo la búsqueda de distintos artículos en relación a las actividades que la generan.

Categoría 1: Actividades

En la siguiente tabla 4, se describe las actividades generadoras de ruido acuático, donde se puede observar que el hombre es el principal causante de toda esta contaminación, los autores coinciden en las mismas actividades, las cuales causan efectos graves en la fauna marina y el propio ecosistema.

	Descripción	Nivel de emisión de ruido	Referencia
Embarcaciones	El transporte marítimo es una fuente importante de contaminación, ya que el ruido prolongado genera daños en los organismos marinos. Que se valen del sonido	El nivel de emisión de ruido será depende del tamaño de la embarcación.	Jain-Schlaepfer et al., 2018

	para orientarse en su entorno, localizar su alimento y comunicarse.	Su nivel de ruido es 200 dB	
Hincado de pilotes	Los pilotes se clasifican según el material, se encuentran pilotes de acero a base de tubos con resistencia y ductilidad, de concreto reforzado prefabricado, compuestos. Los pilotes hincados consisten en unidades prefabricadas, usualmente de madera, concreto o acero, hincados hacia el suelo mediante martillos a vapor, neumáticos, diesel, o vibratorios.	Este ruido puede llegar a los 20 kHz con alto nivel de presión acústica.	Taylor N. et al., 2018
Plataforma petrolífera	Se asocia con la actividad de perforación y es usado para producción de gas y	65 a 90 dB	Kusku et al., 2018

	petróleo, su sonido puede cubrir 100m a 1000m		
Pistolas de aire	El aire se comprime en el agua, generando sonidos de alta energía de baja frecuencia afectando a distintas especies marinas.	124 a 128 dB	Paxton et al; 2018

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Categoría 2: Organismos Marinos Afectados

Tabla 5, se mencionan algunos de los animales marinos afectados por la contaminación acústica, si bien es cierto los animales emiten sonidos para poder comunicarse y/o escapar de depredadores, Sin embargo, el fuerte ruido que se genera con las actividades mencionadas en la tabla anterior hace que estos animales se confundan y generen efectos negativos para su organismo.

Descripción		Referencia
Peces	son uno de los organismos más diversos y abundantes, capaces de producir, pero también de percibir sonidos, debido a las células ciliadas	Putland et al., 2019

	sensoriales que convierten movimiento de partículas a señales eléctricas al sistema nervioso.	
Ballenas	Utilizan el sonido para una diversidad de propósitos, incluida la navegación, la búsqueda de alimento, la comunicación entre congéneres y el reconocimiento de especies, grupos e incluso individuos	Heenehan et al., 2019
Tortuga marina	Utilizan señales acústicas o perturbaciones que se originan en los barcos, por ejemplo, para generar respuestas de evitación.	Ferrara et al., 2014
Invertebrados marinos	Hay varios animales pertenecientes a este grupo entre los que hallamos mejillones marinos, medusas, caracoles, babosas, cangrejos, camarones, langostas. El ruido afecta negativamente para su capacidad de locomoción el cual les impide escapar del área de ruido.	Shuge Sun et al., 2021

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Categoría 3: Zonas Marinos Afectados

Tabla 6, Aquí se verá algunas zonas marinas que se encuentran afectadas con la contaminación acústica, ya sea por el tráfico de embarcaciones, pesquería, construcciones en o cerca al mar, pruebas militares, y demás acciones que el hombre pueda realizar y generar ruido en el mar.

Lugar		Referencia
Arrecifes de Isla Virgenes, Estados Unidos	Se descubrió que el ruido de los barcos es continuo incluso donde hay más densidad de peces y corales.	Dinh et al., 2018
Mar mediterráneo	Los recursos pesqueros se concentran en las zonas costeras afectando a la fauna marina. De igual forma es la ruta más comercial del tráfico marítimo, otra fuente de contaminación.	Di Franco et al., 2020
Artico canadiense	El transporte marítimo va en aumento dando lugar al aumento de contaminación acústica.	Zuzanna Kochanowicz et al., 2021
Zona costera sureste, Brasil	Las actividades generadas por el hombre ha expuesto a la fauna marina, viéndose afectado varias especies marinas.	L. Bittencourt et al., 2020

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Categoría 4: Tipos de Ruido

Tabla 7, aquí veremos los dos tipos de ruido que hay, los cuales se definen según la intensidad y la duración

Descripción		Referencia
Crónico	Trata sobre el ruido de los barcos, producidos por embarcaciones de recreo o pesca, barcos y transbordadores. Ya que el ruido es más extendido es considerada el principal contaminante acústico, amenazando a los ecosistemas y la fauna marina.	Hawkins y Popper et al., 2018
Agudo	Trata sobre el ruido de las ondas acústicas de la pistola de aire, hincado de pilotes, construcción de plataformas petrolíferas. Las vibraciones son frecuentes y en alta frecuencia.	Di Franco et al., 2020

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Categoría 5: Efectos

Tabla 8, aquí veremos los efectos más significativos que la contaminación acústica genera en los animales marinos, los cuales afecta desde desarrollo embrionario.

Descripción		Autor
Muerte	La exposición al ruido produce efectos instantáneos o incluso la muerte retardada.	Halit Kusku et al., 2018
Lesión física	Estas lesiones pueden ser temporales o permanentes, la estructura y funcionamiento de algunas partes del cuerpo se altera.	Di Franco et al. 2020
Cambio fisiológico	Hay cambios por el aumento de estrés que lleva a una condición física reducida.	Mortensen et al., 2021
Pérdida de audición	Se genera de forma temporal o permanente, resultando una disminución de capacidad ante respuestas biológicas relevantes.	Ferrier et al., 2021
Enmascaramiento	El ruido resulta en disminución en la detectabilidad de sonidos biológicos relevantes como el sonido de depredador y presas, señales acústicas utilizada para orientarse.	Popper et al., 2020
Respuesta conductual	Los cambios de comportamiento desde pequeños y los movimientos a los cambios en las rutas de migración, abandonar los lugares de alimentación o reproducción. Algunos cambios pueden ser transitorios.	Zuzanna et al., 2021

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Categoría 6: Mitigación

Tabla 9, se menciona algunas medidas para mitigar la contaminación acústica en el medio marino, será imposible eliminarlo por completo, sin embargo, podemos reducirlo.

Restricciones espaciotemporales, se debe restringir la actividad en o cerca del lugar de desove para que así la reproducción de los huevos siga su proceso sin efecto negativo.	Nathan et al., 2019
Otra medida sería la restricción de velocidad de los barcos, así se puede reducir los niveles de ruido y reducir en algo los efectos que puedan generas a las especies marinas.	Trounce et al., 2018
Las emisiones de ruido pueden reducirse colocando barreras acústicas alrededor de la operación de pilotaje, utilizando aire, burbujas de aire, barreras sólidas o combinación de estos	Dahne et al., 2018

Fuente: Elaboración propia, 2022.

V. CONCLUSIONES

Mediante la revisión sistemática se establece que, debido al crecimiento del transporte marítimo, la contaminación acústica se ha vuelto una problemática a nivel mundial, el ruido de los barcos es la principal fuente de contaminación acústica en el océano y genera impactos significativos en los animales marinos.

Este tema de investigación se realizó con el fin de investigar sobre la contaminación acústica en el medio marino y los efectos que genera sobre la biota; no hay mucha información actualizada sobre ello y con este trabajo se quiere dar a conocer la actualidad de esta contaminación.

Esta investigación constituye una importante contribución para el mejoramiento en las fuentes que generan esta contaminación, como se sabe la causa principal de la contaminación acústica es la propia actividad humana y los efectos producidos pueden ser nocivos para la vida marina.

Asimismo, concluimos que esta contaminación debe ser controlada de forma sostenible mediante enfoques ambientales y acústicos con el objetivo de preservar la vida marina y humana.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los estudiantes a también realizar este tipo de investigaciones, ya que la investigación de revisión sistemática es un método económico y muy confiable para dar a conocer las fuentes de contaminación acústica en el medio marino y los efectos que estos generan en los animales.

De igual forma se recomienda a las autoridades del área de medio ambiente, a promover el cuidado y medidas para mitigar esta terrible contaminación en el medio marino para así lograr minimizar las consecuencias que genera.

Asimismo, valdrá este trabajo de investigación para ayudar con el conocimiento sobre la contaminación acústica ocasionada por el mismo hombre.

REFERENCIAS

Picciulin, M., Codarin, A., Malavasi, S., Fiorin, R., Colla, S., & Rako-Gospic, N. (2019). *The noisy coastal areas of the transboundary Northern Adriatic Sea. 5th International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life*. doi:10.1121/2.0001051

10.1121/2.0001051

Ferrier-Pagès, C., Leal, M. C., Calado, R., Schmid, D. W., Bertucci, F., Lecchini, D., & Allemand, D. (2021). Noise pollution on coral reefs? — A yet underestimated threat to coral reef communities. *Marine Pollution Bulletin*, 165, 112129. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112129

10.1016/j.marpolbul.2021.112129

McCormick, M. I., Allan, B. J. M., Harding, H., & Simpson, S. D. (2018). Boat noise impacts risk assessment in a coral reef fish but effects depend on engine type. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-22104-3

Bittencourt, L., Barbosa, M., Bisi, T. L., Lailson-Brito, J., & Azevedo, A. F. (2020). Anthropogenic noise influences on marine soundscape variability across coastal areas. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111648. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111648

10.1016/j.marpolbul.2020.111648

Chion, C., Lagrois, D., & Dupras, J. (2019). *A Meta-Analysis to Understand the Variability in Reported Source Levels of Noise Radiated by Ships From Opportunistic Studies. Frontiers in Marine Science*, 6. doi:10.3389/fmars.2019.00714

10.3389/fmars.2019.00714

Doyle R, Kim J, Pe A, Blumstein DT. 2020 . ¿Las almejas gigantes (*Tridacna maxima*) son distraibles? Un estudio multimodal . *PeerJ* 8 : e10050 <https://doi.org/10.7717/peerj.10050>

Day, R. D., McCauley, R. D., Fitzgibbon, Q. P., Hartmann, K., & Semmens, J. M. (2019). *Seismic air guns damage rock lobster mechanosensory organs and impair righting reflex. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286(1907), 20191424. doi:10.1098/rspb.2019.1424

Dinh, J. P., Suca, J. J., Lillis, A., Apprill, A., Llopiz, J. K., & Mooney, T. A. (2018). *Multiscale spatio-temporal patterns of boat noise on U.S. Virgin Island coral reefs. Marine Pollution Bulletin*, 136, 282–290. doi:10.1016/j.marpolbul.2018.09.009
10.1016/j.marpolbul.2018.09.009

Elise, S., Bailly, A., Urbina-Barreto, I., Mou-Tham, G., Chiroleu, F., Vigliola, L., ... Bruggemann, J. H. (2019). *An optimised passive acoustic sampling scheme to discriminate among coral reefs' ecological states. Ecological Indicators*, 107, 105627. doi:10.1016/j.ecolind.2019.105627
10.1016/j.ecolind.2019.105627
downloaded on 2019-09-22

Erbe, C., Dunlop, R., & Dolman, S. (2018). Effects of Noise on Marine Mammals. *Springer Handbook of Auditory Research*, 277–309. doi:10.1007/978-1-4939-8574-6_10
10.1007/978-1-4939-8574-6_10

Fakan, E. P., & McCormick, M. I. (2019). *Boat noise affects the early life history of two damselfishes. Marine Pollution Bulletin*, 141, 493–500. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.02.054
10.1016/j.marpolbul.2019.02.054

Kuşku, H., Yiğit, M., Ergün, S., Yiğit, Ü., Taylor, N. (2018). Acoustic Noise Pollution from Marine Industrial Activities: Exposure and Impacts. *Aquatic Research*, 1(4), 148-161. DOI: 10.3153/AR18017

Mortensen, L. O., Chudzinska, M. E., Slabbekoorn, H., & Thomsen, F. (2021). *Agent-based models to investigate sound impact on marine animals: bridging the gap between effects on individual behaviour and population level consequences*. *Oikos*. doi:10.1111/oik.08078
10.1111/oik.08078

Di Franco, E., Pierson, P., Di Iorio, L., Calò, A., Cottalorda, J. M., Derijard, B., ... Guidetti, P. (2020). Effects of marine noise pollution on Mediterranean fishes and invertebrates: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111450. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111450

Max Glisser. Gerard ingeniería acústica. Los efectos de la contaminación acústica en cetáceos y las estrategias para su control. <https://codexverde.cl/los-efectos-de-la-contaminacion-acustica-en-cetaceos-y-estrategias-para-su-control/>

Ying-Jey Guh, Yung-Che Tseng, Yi-Ta Shao, To cope with a changing aquatic soundscape: Neuroendocrine and antioxidant responses to chronic noise stress in fish, *General and Comparative Endocrinology*, Volume 314, 2021, 113918, ISSN 0016-6480, <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2021.113918>.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., & Thomsen, F. (2020). Taking the Animals' Perspective Regarding Anthropogenic Underwater Sound. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(9), 787–794. doi:10.1016/j.tree.2020.05.002

Popper, A. N., & Hawkins, A. D. (2019). *An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.13948

Los cetáceos y el ruido generado por el tráfico de embarcaciones y la instalación de infraestructura marina. <https://facultades.usil.edu.pe/ingenieria/logro/los-cetaceos-y-el-ruido-generado-por-el-trafico-de-embarcaciones-y-la-instalacion-de-infraestructura-marina/>

Xinguo Zhao, Shuge Sun, Wei Shi, Xuemi Sun, Yan Zhang (2021). *Frontier in marine science*.8. Mussel bryssal attachment weakened by anthropogenic noise. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.821019>

Ma Wale, R.A. Zarzas (2021). Marine invertebrate anthropogenic noise research-trends in methods and future directions. 173, 112958. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112958>

Vakili, S. V., Ölçer, A. I., & Ballini, F. (2020). *The development of a policy framework to mitigate underwater noise pollution from commercial vessels: The role of ports. Marine Policy*, 120, 104132. doi:10.1016/j.marpol.2020.104132

10.1016/j.marpol.2020.104132

downloaded on **2020-07-28**

Zuzanna Kochanowicz, Jackie Dawson (2021). Using western science and Inuit knowledge to model ship-source noise exposure for cetaceans (marine

mammals) in Tallurutiup Imanga (Lancaster Sound), Nunavut, Canada. 130, 104557. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104557>

United Nation Conference on Trade and Development (UNCTAD), Review of Maritime Transport, 2019, 2019. Retrieved from, https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2019_en.pdf

Borelli, D., & Gaggero, T. (2018). *Editorial: Acoustical Impact of Ships and Harbors: Airborne and Underwater N&V Pollution. Frontiers in Marine Science*, 5. doi:10.3389/fmars.2018.00083

Moldanová, J., Hassellöv, I.-M., Matthias, V., Fridell, E., Jalkanen, J.-P., Ytreberg, E., ... Eriksson, K. M. (2021). *Framework for the environmental impact assessment of operational shipping. Ambio*. doi:10.1007/s13280-021-01597-9