

ORIGINAL

Maritime pollution mitigation strategy for the sustainability of international trade

Estrategia para la mitigación de la contaminación marítima para la sostenibilidad del comercio internacional

Nathalie Raynaud Prado¹  , Marlyn T Pradilla Vera²  , German D Torres Vargas²  

¹Magister en Gerencia de Empresas, Universidad Francisco de Paula Santander. Colombia.

²Estudiante de Comercio internacional, de la Universidad Francisco de Paula Santander. Colombia.

Citar como: Raynaud Prado N, Pradilla Vera MT, Torres Vargas GD. Maritime pollution mitigation strategy for the sustainability of international trade. Environmental Research and Ecotoxicity. 2025; 4:158. <https://doi.org/10.56294/ere2025158>

Enviado: 26-04-2024

Revisado: 10-09-2024

Aceptado: 22-02-2025

Publicado: 23-02-2025

Editor: PhD. Manickam Sivakumar 

Autor para la correspondencia: Nathalie Raynaud Prado 

ABSTRACT

Objective: the objective of this research article is to seek strategies that can reduce environmental pollution that affects the climate factor, being oil tankers the ones that emit the most carbon dioxide emissions globally, that is why proposals were established by entities such as the (UNFCCC) and the (IMO) that seek the reduction of GHG emissions by establishing efficient projects that seek to reduce CO₂ emissions by 2050, applying the current ISO 50,001 regulations that seek energy efficiency and favorable for the climate factor. That is why it is sought through renewable sources, as opposed to traditional fossil fuels. The main objective of green fuels is to reduce dependence on fossil fuels and mitigate the environmental impacts associated with their use, such as greenhouse gas emissions and air pollution. Green fuels seek to promote the transition to a more sustainable, low-carbon economy, a clear example being the strategies developed by the fuzzy ahp application that applies a hybrid vikor methodology to investigate the strategy to reduce air pollution from diesel-powered ships globally.

Keywords: Pollution; Ship; Carbon Dioxide; Emissions; Sustainable.

RESUMEN

Objetivo: el objetivo de este artículo de investigación es buscar estrategias que puedan reducir la contaminación ambiental que afecta el factor climático siendo los buques los que mayor emisión de dióxido de carbono emiten a nivel global es por eso que se establecieron propuestas por entidades como la (CMNUCC) y la (OMI) buscan la reducción de la emisión de los GEI estableciendo proyectos eficientes que buscan para el 2050 reducir la emisión del co₂ aplicando las normativas vigentes ISO 50,001 que busca eficiencia energética y favorable para el factor climático. Es por eso que se busca a través de fuentes renovables, en contraposición a los combustibles fósiles tradicionales. El objetivo principal de los combustibles verdes es reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los impactos ambientales asociados con su uso, como las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire. Los combustibles verdes buscan promover la transición hacia una economía más sostenible y baja en carbono un claro ejemplo son las estrategias elaboradas por la aplicación de fuzzy ahp que aplica una metodología híbrida vikor para investigar la estrategia para reducir la contaminación del aire procedente de los buques con propulsión Diésel a nivel mundial.

Palabras clave: Contaminación; Buque; Dióxido de Carbono; Emisiones; Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

En el presente artículo de investigación, se recopilan varios de los aspectos, cifras y factores de cómo influye el manejo de la logística del comercio internacional marítimo en el factor ambiental.

Las operaciones globales planificadas y los procesos de factores explícitamente coordinados, puedan tener productos para los compradores, sin embargo, estos producen hasta el 75 % de la impresión de carbono de las organizaciones, lo cual es grave para el clima. Estos anfitriones limitaron las reuniones necesarias para resolver la cuestión según la perspectiva de la gestionabilidad, dando lugar a términos como, por ejemplo, operaciones eco coordinadas, estrategias mantenibles, operaciones verdes coordinadas, puertos limpios y la logística inversa.⁽¹⁾ Esto implica que las organizaciones comerciales latinoamericanas sean competitivas. Los resultados se obtuvieron a través de una metodología subjetiva y una exploración gráfica, en vista de los artículos lógicos que han investigado la experiencia de las organizaciones en la utilización de estrategias opuestas.⁽²⁾ En la actualidad se considera de mayor importancia: la relación con el clima, de esta conexión se habla transitoriamente en todas las naciones del mundo, ya que de manera inusual o directa todas las personas deberían sumarse a moderar los graves impactos de sus ejercicios”.⁽³⁾

Por otra parte, la innovación ha progresado con sistemas que favorecen la disminución del dióxido de carbono. En esta línea, se ha progresado con cambios y transformaciones en los medios fundamentales utilizados en las actividades portuarias oceánicas. En consecuencia, esta acción de intercambio global ha progresado de acuerdo con los planteamientos ecológicos elevados por las naciones para resultar hasta cierto punto o absolutamente inofensivos para el ecosistema.

No obstante, hay que tener en cuenta que influyen en el clima, algunas causas son los vertidos en el océano, que abordan un percance de contaminación mundial, mostrando poca obligación con el sistema biológico marino y ausencia de habilidad impresionante en la ejecución de las tareas. Por otra parte, se pretende concienciar al usuario de las multitudinarias medidas y formas que se adoptan para evitar estos desastres y acabar con esta problemática ambiental que tanto llama la atención sobre la imagen del mundo marino.

MÉTODO

En este artículo se plasmó la metodología de investigación cualitativa, se llevó a cabo la revisión de fuentes primarias como artículos, trabajos de investigación, de grado, tanto de universidades nacionales como internacionales, como la universidad de león, libre y páginas como la organización marítima internacional (OMI) profundizando cada una de ellas, para establecer resultados de búsqueda que ayudan a identificar cuáles son las causas de la contaminación marítima como consecuencia del comercio internacional.

Plan de redacción

Dinámica Comercial Global Marítima

En los últimos años, los países se han abierto cada vez más al comercio internacional, lo que ha generado una conexión más estrecha entre las naciones, por esto es difícil para un país aislarse completamente de las actividades económicas de otros países sin afectar su crecimiento y desarrollo económico. De hecho, el progreso económico de muchos países ha sido impulsado por su voluntad de abrir sus fronteras y mercados a la inversión y el comercio extranjeros.⁽⁴⁾

Gran parte de esta economía se ve influenciada de manera significativa por la dinámica comercial marítima, los buques cargados con productos de todo tipo, desde alimentos hasta productos manufacturados, son transportados a través de los océanos, llegando a diferentes puertos alrededor del mundo, haciendo que se convierta en un componente importante y el principal punto de intercambio de bienes, esto se debe a factores como los acuerdos comerciales, la demanda de productos y los cambios en la política gubernamental. Esta dinámica también se ha visto influenciada por el desarrollo y avances de nuevas tecnologías, así como por las mejoras en la infraestructura portuaria, reduciendo los costos de transporte y aumentando los volúmenes comerciales. El país que más ha invertido en conexiones marítimas es China, sus rutas intercontinentales parten de la “Franja y la Ruta” y el “Collar de las Doce Perlas” para garantizar la sostenibilidad comercial y logística de los puertos que conectan Asia y África. y Europa, acercando sus fuentes de energía de forma más estratégica y cercana, mientras que los estrechos y canales siguen facilitando el transporte de mercancías en todo el mundo.⁽⁵⁾

Agentes Contaminantes

Los barcos son el medio de transporte más utilizado en el comercio internacional, su costo, tamaño, estabilidad, capacidad de cubrir cualquier parte del mundo entre otros factores lo hacen el más atractivo, pero esto no evita su impacto negativo sobre el medio ambiente, lo que se traduce en la concentración de la contaminación atmosférica, marina y costera.

Emisiones de escape

Emisiones de dióxido de carbono: los barcos queman principalmente combustibles fósiles como diésel o fuel

oil para generar energía y hacer funcionar el motor del barco. Durante el ciclo de encendido descarga dióxido de carbono junto con otros gases y partículas sucias. Las emisiones de CO₂ dependen del tipo y cantidad de combustible utilizado, así como de la potencia del motor y las condiciones de funcionamiento de la embarcación. Los barcos producen una gran cantidad de emisiones de dióxido de carbono, lo que representa una gran parte de los vertidos de vehículos completos y modernos.

Óxidos de nitrógeno (NO_x): Este término se refiere a la combinación de nitrógeno y oxígeno creados como efecto secundario del consumo de combustible en el aire. Los gases liberados son básicamente óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂), y medidas más modestas de otros sintéticos complejos, incluidos los óxidos de nitrógeno. Esto provoca el desarrollo de nubes de escape fotoquímicas (contaminación del aire), elevando el ozono (O₃) a niveles más altos donde, si este gas se encuentra en el clima más bajo, es una sustancia dañina para el ozono.⁽⁶⁾

N₂O) y nitratos (NO₃): la cantidad liberada está directamente relacionada con la temperatura de ignición: cuanto mayor es la temperatura máxima, mayor es el nivel creado. Aunque estos gases también están presentes en los gases de ventilación de los calentadores, las temperaturas de incendio más bajas provocan tasas más bajas. Las altas temperaturas y tensiones creadas en las cámaras de los motores diésel se consolidan para crear niveles moderadamente elevados de estos gases nocivos. Estos gases se combinan con agua y oxígeno en el ambiente para formar corrosivo nítrico y corrosivo nitroso, que son extremadamente dañinos.

Óxidos de azufre (SO_x): Son un conjunto de gases formados a partir de trióxido de azufre (SO₃) y dióxido de azufre (SO₂). El más conocido es el SO₂, ya que el SO₃ es sólo una transición en la composición del ácido sulfúrico (H₂SO₄). El dióxido de azufre es un gas insípido y no combustible con áreas fuertes para oler. Su vida media en el medio ambiente es corta, de dos a cuatro días, pero puede viajar grandes distancias con la brisa y inhalarse profundamente en los pulmones de las personas, lo que aumenta la debilidad y la muerte repentina de enfermedades cardíacas y pulmonares.⁽⁷⁾

Ruido submarino

Esto tiene importantes consecuencias para los ecosistemas marinos y los animales que utilizan el sonido para comunicarse, navegar y encontrar alimento. La principal causa del ruido submarino en los grandes barcos en el mar es la cavitación provocada por las hélices, ya que su rápida rotación crea burbujas que estallan violentamente en el proceso, generando ruidos fuertes. Sin embargo, el nivel y la intensidad del ruido submarino generado dependerá del tamaño, la carga, la velocidad, el tipo de motor y el modo de funcionamiento de la embarcación. Miles de barcos comerciales, cruceros, petroleros, etc. genera ruido en el medio marino.⁽⁸⁾

Análisis De La Contaminación Por Parte De Buques.

Casi el 90 % del intercambio mundial se aventura a cada parte de las olas a bordo de 90,000 barcos. Además, al igual que cualquier otro método de transporte que utilice productos derivados del petróleo, el transporte también genera sustancias nocivas para la capa de ozono que contribuyen al cambio medioambiental y a la fermentación del mar. La explicación fundamental es que el transporte representa actualmente en París sólo el 3 % de los vertidos mundiales de dióxido de carbono. Del mismo modo, esta cifra puede parecer inocua, pero si se compara con otros focos de emisión, resulta significativa: el avión, un medio de transporte cuya contaminación la sociedad tiene mucho más presente, concentra el 2 % de las emisiones mundiales de CO₂, un punto menos, mientras que, si ponemos el transporte a escala pública, sería el sexto país más contaminante del planeta, sólo por detrás de Estados Unidos, China, Rusia, India y Japón”.⁽⁹⁾ La cuestión ecológica tuvo una ocasión significativa en la emergencia monetaria de 1973. La cuestión de la sustentabilidad ecológica y social se volvió sustancial a través de una expansión extremadamente articulada del costo del petróleo, siendo este un activo característico del cual Depende en gran medida de las naciones desarrolladas”.⁽¹⁰⁾

Como consecuencia de esta ausencia de supervisión, se estima que los barcos podrían producir hasta el 17 % de todas las emanaciones de aquí a 2050, suponiendo que la zona siga eludiendo las directrices. El retraso de la descarbonización podría dar lugar un colosal misterio: una parte significativa del inventario necesario para el progreso verde, desde los fillos de las turbinas eólicas hasta las baterías para vehículos eléctricos, se transportaría a bordo de buques de gran porte controlados por derivados del petróleo y, de este modo, excepcionalmente contaminantes, con el objetivo de que la transformación verde no fuera totalmente impecable.

Los puertos marítimos son una parte importante del servicio de entrega frente a la playa y asumen un papel imperativo en las cadenas de transporte coordinadas y las economías territoriales. Sin embargo, los puertos también son lugares de contaminación ecológica provocada por actividades terrestres, tareas de transporte y puertos. Por lo tanto, cada vez se reconoce más que el desarrollo monetario en estas áreas debe compensarse con garantías ecológicas y avances sociales.⁽¹¹⁾

Riesgos de navegación en las rutas árticas.

Debido al cambio medioambiental, la utilización de rutas polares para viajes en transporte es cada vez más una realidad. transporte. La licuefacción del hielo ha abierto nuevas puertas al frío y los barcos han comenzado

a realizar estos recorridos como una opción, en contraste con el recorrido desde el Océano Meridional de China a través de la Fosa de Suez. La licuefacción del hielo ha abierto nuevas puertas en la ruta ártica, y los barcos han comenzado a utilizar estos recorridos como una opción en contraste con el recorrido desde el Océano Meridional de China a través de la Fosa de Suez. Los motivos fundamentales son el tiempo y los fondos de reserva de combustible que ahorra el barco”.⁽¹²⁾

Las actividades en aguas polares presentan un mayor número de dificultades que las tareas en aguas diferentes debido a las condiciones particulares de esos lugares. Circunstancias excepcionales en su localidad. La mayor apuesta al navegar por estas aguas es el hielo. Hay hielo en estas aguas. El estado y presencia del hielo difiere significativamente según la zona en la que se encuentre. Las cosas cambian mucho dependiendo del área que explores, navegar en aguas de alto alcance no es equivalente a navegar en aguas de bajo alcance. El alcance es más alto que el agua en alcances más bajos. Además, también deberían considerarse condiciones inesperadas.

También hay que tener en cuenta las condiciones excéntricas del hielo que cambian de un año a otro. A los estados regulares del hielo hay que sumar también factores meteorológicos desfavorables, importantes zonas de fuerza como, fuertes tempestades, fuertes lluvias y fuertes nevadas. Las tormentas, los vastos océanos, los frentes polares o la niebla no causarán problemas en el camino.

Propuesta Internacional Hacia La Sustentabilidad Ambiental.

“Hacia la Manejabilidad Ecológica en el Transporte Oceánico de Mercancías. La asociación entre las obligaciones del Acuerdo de París, los objetivos del Acuerdo 2030 y los principios de la Organización Oceánica Mundial independientemente de las dificultades del cambio natural”.⁽¹³⁾ La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), uno de los acuerdos aprobados en Río de Janeiro en 1992, es el principal instrumento restrictivo legítimo a escala mundial sobre el cambio ambiental, que establece normas, compromisos generales y convenciones como responsabilidades correlativas, bajo la directriz de responsabilidades normales, aunque separadas, entre las reuniones. Este programa, que alberga 197 reuniones (expresiones que han sancionado su vínculo), persigue el objetivo de resolver la centralización de los GEI en el aire, en particular el dióxido de carbono (CO₂).

En el marco de los factores coordinados oceánicos, hay uniones entre organizaciones proveedoras y organizaciones clientes. Dentro de este marco, los transbordadores se incorporan como especialistas dinámicos. Cada vez es más normal que las organizaciones integren la gestionabilidad en sus actividades. Las tensiones sociales, de corte y de regulación diferentes están ampliando el interés y la necesidad de que las organizaciones se centren más en los efectos naturales y sociales de sus ejercicios de red de producción. De hecho, incluso muchas líneas de entrega han adoptado ensayos de transporte ecológico (GSPs-Green Delivery Practices) esta propuesta busca la reducción de emisiones GEI desde la firma del acuerdo de París (2015) de la convención. Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Sin importar la importancia que la sociedad le da a este tema, hay países que realmente cuentan con puertos que efectivamente realizan este tipo de prácticas. El Puerto de San Antonio en el país de Chile aún está iniciando esfuerzos en este sentido, sin embargo, podemos destacar que participa en un programa público llamado “Programa Creación Limpia” donde busca comenzar a visibilizar el tema. Por otra parte, aunque este puerto cuenta actualmente con la certificación de las normas ISO14,001, autorización internacional ISPS y evaluación de la huella de carbono para los años 2010, 2011 y 2012, la acreditación de la norma ISO aún no está disponible. ISO 50,001, que se centra en brindar una relación con los requisitos para lograr una mejora constante en su ejecución energética, cuando los líderes hayan cumplido el sistema energético consciente”.⁽¹⁴⁾

RESULTADOS

Las emisiones contaminantes de gas de efecto invernadero dependen de muchos factores, esto puede incluir el tipo de buque, los niveles de actividad, el motor y la edad que este tenga.

Tabla 1. Emisiones totales de dióxido de carbono por tipos de buques, toneladas en el año 2021

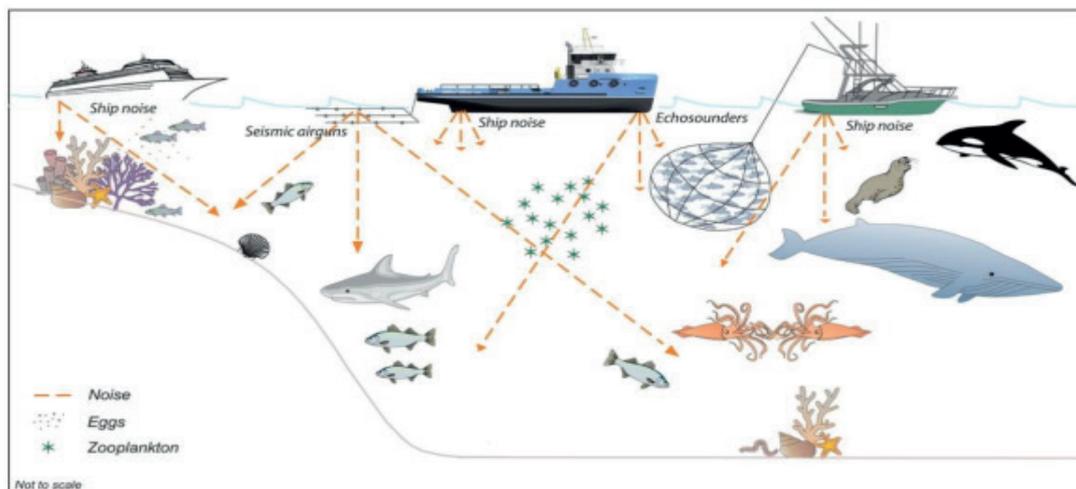
ID	BARCO	EMISIONES TOTALES	EMISIONES MEDIAS	NÚMERO DE EMBARCACIONES (APROXIMADO)
1	Portacontenedores	\$ 212,000,000,00	40536	5230
2	Graneleros	\$ 175,000,000,00	15286	11448
3	Petroleras	\$ 113,000,000,00	13623	8295
4	Transportadores de vehículos	\$ 59,000,000,00	15443	3821
5	Metaneros	\$ 43,000,000,00	27632	1556

6	Barcos de trabajo en alta mar	\$ 50,000,000,00	6790	7364
7	Buques de cargas	\$ 40,000,000,00	3778	10588
8	Cruceros	\$ 22,000,000,00	50319	437
9	Pesqueros	\$ 12,000,000,00	1145	10480
10	Ferries	\$ 1,000,000,00	1803	555

Se puede ver en la gráfica, que, en emisiones medias, los metaneros, los cruceros y los portacontenedores son los que más contaminan, pero en emisiones totales de ese año son los portacontenedores, graneleros y petroleros los que se llevan el premio, siendo los cruceros pesqueros y ferries los que menos contaminan y eso tiene que ver con el número de embarcaciones que estas tengan.

Ruidos submarinos.

La contaminación acústica submarina ha pasado desapercibida durante muchos años porque, a diferencia del ruido aéreo, la falta de estar en contacto con los humanos significó que el problema permaneciera en silencio bajo el mar. Sin embargo, la creciente conciencia sobre la protección del medio ambiente en las últimas décadas ha llamado la atención sobre la contaminación acústica submarina y sus consecuencias. Varios estudios han demostrado que el ruido generado por el hombre tiene efectos negativos sobre la vida y el comportamiento marino.⁽¹⁵⁾



Fuente: Costa, D. P. El ruido submarino en el Océano Glacial Antártico.⁽¹⁶⁾

Figura 1. Fuente común de ruido antropogénico submarino

Esta imagen muestra una fuente común de ruido antropogénico submarino (ruido provocado por el hombre) y parte de la fauna marina que puede verse afectada por él. La flecha naranja representa el vector de onda que apunta en la dirección donde se puede propagar el sonido.

Tabla 2. Algunos de los efectos observados del ruido submarino en la fauna marina.

Fisiológicos	Conductuales
No auditivo <ul style="list-style-type: none"> • Daño a los tejidos corporales. • Posible aceptación de la embolia gaseosa • Posible listado de embolia grasiento 	De percepción <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de correspondencia con personas explícitas. • Cobertura de otros sonidos orgánicos importantes.
Auditivos <ul style="list-style-type: none"> • Daño grave al sistema auditivo • Problema auditivo crónico (PTS) • Desgracia auditiva social impermanente (TTS) 	De comportamiento <ul style="list-style-type: none"> • Desorientación y varamientos • Interrupción de hábitos normales como alimentación, reproducción o amamantamiento • Variación adaptativa de la vocalización, en intensidad y/o frecuencia • Abandono del área (de corto o largo plazo)

Fuente: servicio de evaluación ambiental (SEA).

Los impactos anteriores se dividen en dos clasificaciones principales: impactos fisiológicos, que se relacionan con consecuencias coordinadas para la capacidad fisiológica de la especie, como daño actual, pérdida auditiva breve o duradera, y consecuencias generales para la capacidad fisiológica general de la especie. también los impactos en el comportamiento, relacionados con la forma de comportarse de la especie respecto a sus elementos naturales, zambullidas, ritmo de nado, recorridos transitorios, etc.

Causas

- Amarre de escombreras (en adelante escombreras, según su redacción en inglés). Son fundamentales para el desarrollo de aerogeneradores mar adentro, ampliaciones y respaldo de diferentes diseños. El efecto de los trineos sobre el fondo marino produce sonidos de erupción de alta energía (recurrencia por debajo de 500 Hz).⁽¹⁷⁾
- Hélices: Son la principal fuente de ruido sumergido debido a la cavitación, o al menos, a la formación de pequeñas subidas de aire en los extremos de las hélices con bordes afilados afectados por su velocidad de giro, donde estas bolsas de aire estallan provocando ruido y desgaste de la hélice.⁽¹⁸⁾
- Tráfico marítimo: los barcos transmiten sonidos de baja recurrencia (particularmente los grandes barcos de carga) debido a sistemas internos, corrientes hidrodinámicas alrededor de la estructura del barco o cavitación de la hélice.
- Perforación y excavación: Da niveles de clamor a embarcaciones pequeñas y medianas.

Mitigacion

- Las opciones que se pueden tener son limitaciones espaciotemporales, se debe limitar la acción en o cerca del sitio productor para que la proliferación de los huevos siga su ciclo sin consecuencias adversas.
- Otra acción es limitar la velocidad de las embarcaciones, de esta manera se pueden disminuir los niveles de conmoción y disminuir bastante los impactos que puedan tener sobre las especies marinas. Las emanaciones de ruido se pueden disminuir estableciendo límites de conmoción alrededor de la actividad de amontonamiento, utilizando aire, burbujas de aire, obstrucciones fuertes o una combinación de estos.

Alternativas verdes de las emisiones de escape

En los últimos años ha aumentado la demanda por el uso de combustibles más limpios, al igual que la oferta. y un aumento en el suministro de gas natural licuado a la industria en los mares, causando interés en el suministro de GNL a la industria marítima ha generado atención en su uso como combustible marino.

Los buques gaseros que transportan GNL utilizan un gas llamado gas de cocina LPG porque el gas natural licuado se evapora debido a los cambios de temperatura para impulsar el barco hacia adelante".⁽¹⁹⁾

De hecho, tiene un efecto tan grande en el desarrollo de sustancias que agotan la capa de ozono, En consecuencia, existen puntos de corte y limitaciones en la utilización de combustible.

HFO y diferentes impurezas. La Asociación Mundial del Mar es responsable de cumplir con las limitaciones anteriores para limitar el desarrollo de sustancias dañinas para la capa de ozono y el transporte marítimo son métodos de transporte más ecológicos. De ahí que en 1978 se creara el Salón Mundial para Evitar la Contaminación de los Barcos. (MARPOL)".⁽²⁰⁾

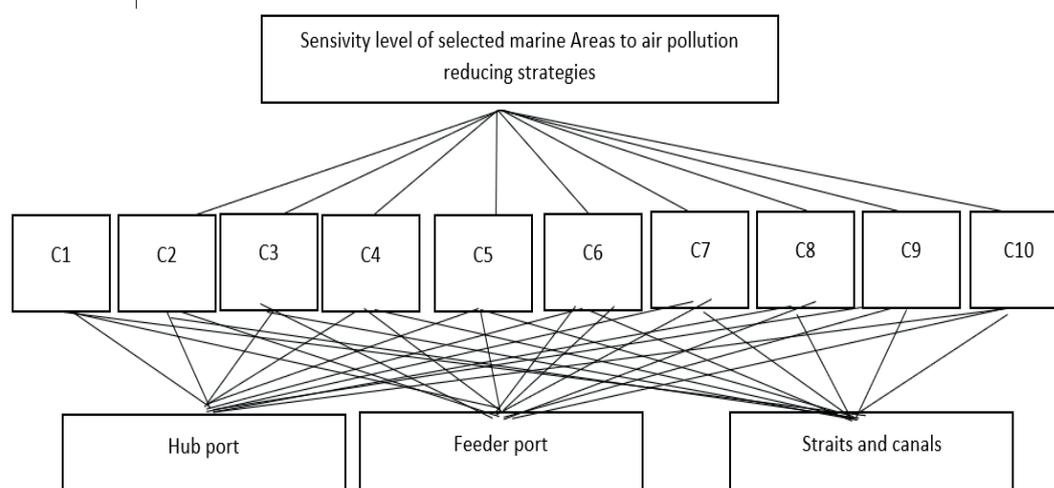


Figura 2. Estrategias

En esta revisión, los sistemas se acumularon evaluando las directrices de la Asociación Mundial del Mar (OMI), las sugerencias de la Asociación Europea (UE) y los usos de las organizaciones de transporte para disminuir la contaminación del aire de los barcos, y teniendo en cuenta la visión de la necesidad de Estas técnicas, el impacto El grado de procedimientos en las regiones marinas donde los barcos se acercan a tierra se analizó utilizando un método híbrido denominado (AHP-VIKOR).

Los procedimientos creados se centran en contra la contaminación atmosférica provocada por los barcos a nivel mundial y retrata poco a poco el grado de impacto de estos procedimientos se estiman mediante la estrategia Cross Breed Fluffy AHPVIKOR “.⁽²¹⁾ En consecuencia, se representa el tema, se presentan los niveles. habilidad de los especialistas cuyos sentimientos fueron tomados para el examen y los pasos de solicitud de la técnica caracterizada en el segmento pasado para la disposición de este problema.

Se llevó a cabo un estudio para analizar una ingeniería estructural práctica que incluye generadores diésel, sistemas cálidos basados en luz solar y dispositivos de energía de comercio de protones (PEMFC). La configuración del marco propuesta muestra una disminución evidente de los vertidos de sustancias que agotan la capa de ozono, aproximadamente un 10 %, en comparación con la situación base. Además, la recepción de dispositivos de energía presenta la posibilidad de abordar la energía eléctrica y nuclear a través de

lo que supone un ahorro en los vertidos contaminantes del barco. Otro estudio muestra cómo los componentes energéticos de tipo SOFC, integrados en un sistema energético alimentado por GNL, son una innovación válida para satisfacer las demandas calientes que se esperan y al mismo tiempo, reducir el uso de GNL en un 14 %”.⁽²²⁾ La utilización del almacenamiento de energía nuclear constituye una técnica más para desarrollar aún más la productividad energética de los barcos. La implementación de estas innovaciones permite reducir la dependencia de sistemas tradicionales para generar calor cuando son necesarios, como las calderas controladas por productos derivados del petróleo. El aprovechamiento de la intensidad de los residuos producidos por el sistema de poligeneración es un procedimiento fundamental para trabajar en la productividad y la manejabilidad ecológica de los barcos. Se han realizado muchos estudios sobre la gestión de la intensidad de los residuos generados por los generadores diésel y otros sistemas incorporados instalados.^(23,24)

Tabla 3. Tasas de emisión utilizando metodologías EPA y ENTEC.

Motores	Tipo de combustible	Factor de carga	Modo de operación	Contaminantes del aire	Tasa de emisión (kg/h)	
					EPA	ENTEC
Motores principales	Gasolero marino	100 %	Modo de maniobra	NOX CO2 HC	876 60,702 13	1089 51,796 144
Motores auxiliares	Gasolero marino	40 %	Modo de maniobra	NOX CO2 HC	31,72 2078,1 0,2	32,7 2070 1,2

Un ejemplo sencillo de las expectativas de salida de flujos para los buques el transporte de compartimentos se presenta en la Figura 3 para el hardware de impulso. Además, motores auxiliares. La correlación entre las tasas de salida evaluado utilizando las dos estrategias descubrió que hay algunos contrastes entre sus cualidades “.⁽²⁵⁾ Donde, las tasas de descargas evaluadas que involucran a la EPA para NOX y HC son en su mayor parte más bajos que los medidores utilizando el modelo ENTEC. Sea como fuere, la tasa de salidas evaluada según la EPA para CO2 generalmente es más alta que el evaluado utilizando el modelo ENTEC.^(26,27)

DISCUSIÓN

Según la autora “(Adriana castro Ruiz,2018). En un análisis de valoración, comparación y selección de métodos de múltiples tecnologías de propulsión al transporte marítimo afirma que las emisiones de NOx, SOx y CO2 y las regulaciones relacionadas son las principales razones para la introducción de nuevas tecnologías. Hay muchos tipos de tecnologías de propulsión marina que están actualmente disponibles o que se acercan a su viabilidad comercial en un futuro próximo. Sin embargo, muchas de estas tecnologías aún no están maduras ni son adecuadas para distancias cortas y medias, como la energía nuclear y las turbinas eólicas. Por tanto, en la actualidad, la estrategia más adecuada para reducir las emisiones y cumplir la normativa sigue pareciendo centrarse en los motores de combustión interna.⁽²⁸⁾

Además, se están investigando otras soluciones tecnológicas, como la captura de carbono a bordo, y de diseño, como buques más hidrodinámicos. También se está considerando la posibilidad de reciclar la energía de los gases de escape y reutilizarla en el propio barco.

Es importante mencionar que la transición a estos combustibles verdes es un desafío debido a las necesidades específicas de los buques de mercancías, como la capacidad para desplazar grandes cargas a través de largas distancias. Sin embargo, la industria está comprometida con encontrar soluciones debido a la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cómo se evidencia en el artículo los barcos son grandes contaminantes tanto del ambiente como de la capa de ozono, perjudicando hasta la vida marina. Sin embargo el transporte más fundamental del comercio son los buques, por su gran tamaño que puede llevar gran volumen de estas a costos más bajos. Por eso se han implementado desarrollos sostenibles para disminuir este impacto negativo de los barcos, de una manera progresiva.^(29,30)

CONCLUSIONES

A lo largo de los años el comercio internacional es fundamental para la economía mundial exportando bienes y servicios en diferentes partes del mundo por medio de la logística marítima sin embargo los buques causan un gran impacto negativo en el factor ambiental, también se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y dióxido de carbono. Para ello se lleva a cabo un análisis de cómo se puede abordar la sostenibilidad (económica, social y ambiental) utilizando un enfoque de diferentes alternativas afectando la calidad del servicio, el valor logístico y la satisfacción de las empresas navieras.

Principalmente porque los barcos tienen una vida útil de 25 años, los barcos más antiguos emiten más dióxido de carbono y azufre que los barcos modernos. Otro factor son las aguas residuales, que pueden contener contaminantes como aceite, grasa, productos químicos y microorganismos patógenos que afectan en el entorno climático.

Después de haber realizado un análisis en donde aproximadamente 59773 embarcaciones generan emisión de Gas en el efecto invernadero en donde el barco más contaminante es el portacontenedor debido a este análisis organizaciones como (CMNUCC) establece propuestas con el objetivo busca la reducción de GEI desde la firma de París en el (2015) aplicando las prácticas del (GSPs-Green Delivery Practices).

Actualmente, los barcos utilizan una alternativa para reducir la contaminación del aire y cumplir con las normas vigentes, es el manejo de sistemas depuradores. Con el objetivo de reducir la propagación de agentes contaminantes y cumplir con las normativas mediante el uso de sistemas de limpieza de combustibles bajos en azufre, o combustible bajo en azufre. Sin embargo, con la introducción de nuevas tecnologías la gente busca energías renovables y métodos de propulsión menos contaminantes, así que poco a poco se van mejorando las alternativas y que todos puedan hacer parte de y poder alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

1. Aceves. La logística sustentable en los puertos marítimos: caso del puerto de Lázaro Cárdenas. 2020.
2. Silva Álvarez K. La logística inversa, una alternativa estratégica de empresas latinoamericanas para competir en los mercados internacionales. 2021.
3. Poveda. Transporte marítimo de mercancías dentro del comercio internacional y los objetivos de protección del medioambiente. 2022.
4. Quiroga Borrero CX. Análisis de los efectos de la globalización en el transporte marítimo y el desarrollo portuario. Caso de estudio: Colombia y Ecuador. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/32387>
5. Boyano-Fram TO, Mestra-Sierra DC. Conectividad marítima de los estrechos y puertos relevantes. Retos y oportunidades. *Rev Investig Cienc Estud Saberes*. 2023;1(1):70-82.
6. Rodríguez Moreno R. Factores de emisión procedentes de las plantas energéticas en el transporte marítimo. 2023. Tesis doctoral.
7. Prieto Montañez DA. Estimación de las emisiones atmosféricas de buques en el Puerto de Barranquilla. 2019. Tesis de maestría, Universidad del Norte.
8. Oyola MÁC, Arana BC. La contaminación acústica y su impacto en el desarrollo de la vida marina. *Innova Biol Sci*. 2021;1(2):50-66. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8600057>
9. Marine Benchmarking. La contaminación del transporte marítimo, emisiones de CO2 totales por tipo de flota y medidas por embarcación. 2021. Disponible en: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/contaminacion-barcos/#comments>
10. González Gutiérrez C. Análisis de la sostenibilidad socioeconómica y medioambiental del sector transporte marítimo mundial en buques gaseros. 2022.

11. Giraldo Moya. Impacto de los buques en el desarrollo sostenible en los puertos. 2023.
12. Pau Tortas de la Cruz. Análisis del impacto medioambiental del transporte marítimo en aguas polares e implicaciones del código internacional para los buques que operan en aguas polares. 2019. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/130038>
13. Tancredi. Propuestas y avances en la organización marítima internacional hacia la sustentabilidad ambiental del transporte. 2022. Disponible en: <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1661>
14. Escobedo Vargas. Una propuesta de indicadores para el análisis de la sustentabilidad en puertos. 2018. Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/8002>
15. Domínguez DS. Metodologías de mapeo de ruido submarino en aguas someras. 2020. Tesis doctoral, Universidad de Vigo.
16. Costa DP. El ruido submarino en el Océano Glacial Antártico.
17. Del Río Díaz M. El ruido marino antropogénico como factor de estrés ambiental y sus efectos sobre el ecosistema marino: Búsqueda de biomarcadores. 2023. Tesis de licenciatura.
18. Riesgo Gómez I. Transporte marítimo y medio ambiente. 2020.
19. Barranco S. Estudio y análisis del gas natural como alternativa a combustibles con alto contenido en azufre en el transporte marítimo. 2019. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/169870/145821_Mem%c3%b3ria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. IşıklıE. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620341871>
21. Arslan T. La aplicación de fuzzy AHP - método híbrido VIKOR para investigar la estrategia para reducir la contaminación del aire procedente de buques con propulsión Diesel. 2021. Disponible en: <https://www.intmaritimeengineering.org/index.php/ijme/article/view/1138>
22. Barone G. Cómo lograr la eficiencia energética y la sostenibilidad de los grandes buques: una nueva herramienta para optimizar el funcionamiento de los generadores diésel embarcados. 2023.
23. Lun YH, et al. Efectos de la sostenibilidad y del valor logístico en las relaciones entre empresas de transporte marítimo. 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232020000400377&script=sci_arttext
24. El-Taybany A, Moustafa MM, Mansour M, Tawfik AA. Cuantificación de las emisiones de escape de los buques marítimos en la vía navegable del Canal de Suez. 2019.
25. Revista de Ingeniería de Alejandría. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016819300080>
26. Castro Ruiz A. Análisis, valoración, comparación y selección con métodos de análisis multicriterio de diferentes tecnologías de propulsión en el transporte marítimo de mercancías de media distancia. 2018. Disponible en: <https://oa.upm.es/52364/>
27. Servicio de Evaluación Ambiental. Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y evaluación de impactos por ruido submarino. 2022.
28. Organización Marítima Internacional. 2023. Disponible en: <https://www.imo.org/es/MediaCentre/Paginas/WhatsNew-1928.aspx>
29. Rodrigo FJ. Contribución a la cuantificación del ruido radiado por los buques a través de su casco. 2023.
30. Ramos Aguado. Análisis de las nuevas directrices de la OMI para la descarbonización del transporte marítimo. 2022. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/368770>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Curación de datos: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Análisis formal: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Investigación: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Metodología: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Supervisión: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Validación: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Visualización: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Redacción - borrador original: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.

Redacción - revisión y edición: Nathalie Raynaud Prado, Marlyn T, Pradilla Vera, German D, Torres Vargas.