



9th International Interdisciplinary Congress on Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Informatics

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Ships decarbonization is an urgent technology and responsibility challenge that impacts global warming

Authors: Flores-Cruz, Luis Antonio, Cruz-Gómez, Marco Antonio, Correa-Nieto, Marco Antonio and Mejía-Pérez, José Alfredo

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2024-01
BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 15

Universidad Autónoma de Puebla KQU-2985-2024 0009-0001-4188-2922 2030632
 Universidad Autónoma de Puebla S-3098-2018 0000-0003-1091-8133 349626
 Universidad Autónoma de Puebla LFR-8290-2024 0000-0001-5752-0451 551177
 Universidad Autónoma de Puebla G-3354-2019 0000-0002-4090-8828 473808

CONAHCYT classification:
Area: Engineering
Field: Engineering
Discipline: Naval Engineering
Subdiscipline: Port engineering

ECORFAN-México, S.C.

Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



- Introducción

- Metodología

- Motores duales mínimas emisiones

- Migración de combustibles convencionales a cero emisiones

- Combustibles cero emisiones un reto a las tecnologías actuales de la industria naviera

- Índices de certificación de emisiones para transporte marítimo

- Reducción de la huella de carbono un compromiso entre puertos y empresas navieras

- Combustibles en la industria naviera; con abastecimiento en puerto o a bordo

- Conclusiones



Introducción

El 3% de emisiones de CO₂ globales es producido por el transporte marítimo de acuerdo con el reporte de los GEI (Gases de Efecto Invernadero). La OMI (Organización Marítima Internacional) advierte que de no tomar decisiones y medidas que disminuyan este tendrá un aumento con grandes consecuencias en el calentamiento global. Las decisiones sobre la toma de decisiones del rumbo a seguir se rige por normas y regulaciones negociadas y acordadas por la (OMI) y las compañías navieras con grandes activos en la industria de flotillas marítimas y compañías portuarias. La propuesta inicial fue apostar por la descarbonización del transporte marítimo y lo que esto implica en aguas profundas y en tierra con objetivos a cumplir a corto 2025, mediano 2030 y largo plazo 2050 para lograr cero emisiones en la flota naviera en el transporte, carga y descarga (Akgül, 2024 and Baştuğ et al., 2024).

El objetivo de esta investigación fue analizar la descarbonización de buques a través de la migración tecnológica de combustibles convencionales a tipo alternativos con fines de cero emisiones.

Metodología

Este estudio fue de tipo mixto, debido a que se emplearon enfoques cuantitativos y cualitativos a un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos de escalamiento.

Método cuantitativo	Método cualitativo
La aplicación del método cuantitativo fue relevante en la identificación de variables de control involucradas en estudios previos como; estadísticas, toma de decisiones, etapas de modernización y tecnologías.	Experiencias de personal de navieras y portuario que identifican la huella de carbono en buques y puertos reportados científicamente, fueron consideradas como la aplicación del método cualitativo que permitió la posibilidad de obtener resultados de la estimación de variables, que jugaron un papel importante en la toma de decisiones.



Motores duales mínimas emisiones



El metanol es un combustible alternativo sostenible que ayuda a la industria marina a reducir progresivamente las emisiones, siendo este un objetivo en la descarbonización. Si se produce a partir de fuentes renovables, puede reducir las emisiones de CO₂ hasta en un 95% en comparación con los combustibles convencionales.

El metanol verde no añadiría CO₂ a la atmósfera, esto representa que los motores de quema de este combustible, al instalarlos como proyecto de modernización en buques sus emisiones serán neutros en carbono, ayudando a las compañías navieras a adaptarse al cambiante panorama energético y a las regulaciones ambientales. (Akgül, 2024, Ammar & Seddiek, 2023, Bayraktar et al., 2023 and Dere, et al., 2024).

Las calderas marinas sostenibles funcionan con quemadores MultiFlame y utilizan un intercambiador de calor con cajas y placas para la gasificación del combustible proporcionando energía térmica transmitida por agua caliente del motor para eficientizar la utilización de energía del combustible GNL (Liquefied natural gasen), GLP (Gas Licuado de Petróleo), Metanol y biocombustibles (Xia et al., 2024).



BUAP

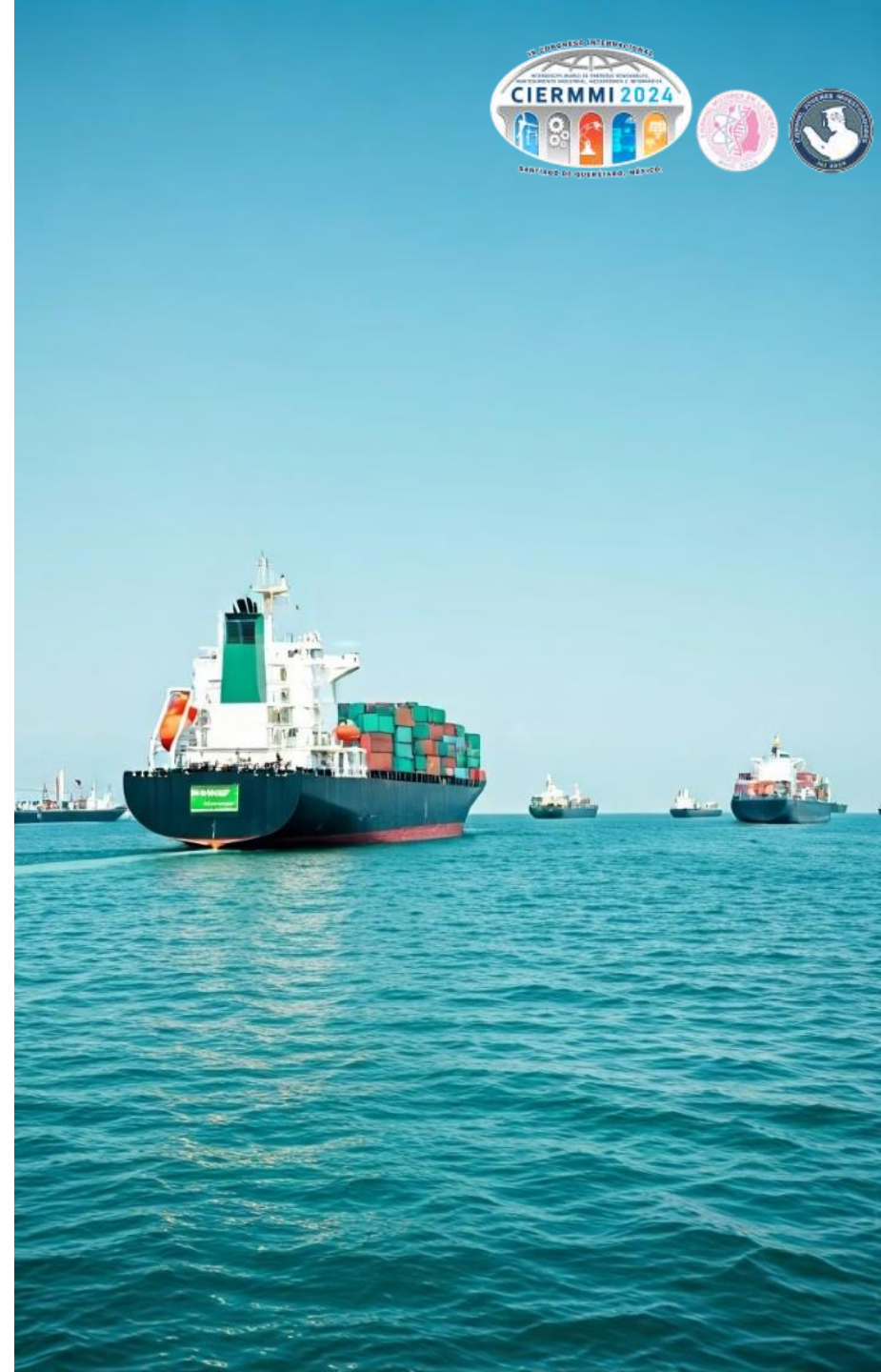
Migración de combustibles convencionales a cero emisiones

Descarbonización mediante combustibles cero emisiones

- Las claves para descarbonizar el transporte marítimo es todo un reto para la migración de combustibles convencionales a combustibles cero emisiones, como el hidrogeno, amoniaco y metanol.
- Para el año 2023 el motor de amoniaco representa una tecnología funcional que para 2024 serán instalados en buques portacontenedores en prototipos y en 2025 surcarán los mares embarcaciones con esta tecnología en un compromiso con el medio ambiente (Schwarzkopf, et al., 2023).

Combustibles de transición y electrificación

- El Hidrogeno, Metanol y el Amoníaco ya sean azul o verde serán los combustibles para el transporte del futuro en la descarbonización de buques.
- Una de las complicaciones tecnológicas que limitan actualmente los ciclos termodinámicos Otto, Diesel, Brayton y sus combinaciones son precisamente la puesta en marcha al arranque, lo que tiene que realizarse con combustibles fósiles, debido a que están diseñados para este tipo de combustibles.





La OMI (Organización Marítima Internacional) reportó que las mediciones de emisiones CO₂ de tanque a estela, han sido la base, que brinda un mapeo del comportamiento de la huella de carbono en buques que permitió identificar en conjunto con otras organizaciones y otros estudios que el impacto del comercio mundial marítimo contribuye actualmente con el alrededor del 3% de la huella de carbono internacional según el Foro Económico Mundial con emisiones representaron 1 076 Mt (millones de toneladas) de CO₂.

La OMI (Organización Marítima Internacional) ha marcado como objetivos la migración de la descarbonización de 2023 a 2030 y la descarbonización cero emisiones para la industria Naviera total 2050.





Combustibles cero emisiones un reto a las tecnologías actuales de la industria naviera



- El hidrógeno en forma pura a gran escala en Dinamarca depende de una conexión de un gasoducto de hidrógeno con Alemania para abastecer a Europa industrial, pero esta infraestructura no contempla a la industria naviera.
- La OMI (Organización Marítima Internacional) ha marcado como objetivos la migración de la descarbonización de 2023 a 2030 y la descarbonización cero emisiones para la industria Naviera total 2050. Las industrias Navieras están dispuestas a realizar la migración alineados a los objetivos de la OMI de una forma paulatina y cooperativa, pero advierten que la introducción de un impuesto sobre los combustibles marinos intensivos en carbono en 2025 no estar de acuerdo y que la aplicación de este encarecerá los precios de importaciones de forma global y generará desabasto en la etapa de transición.
- Los combustibles con bajas emisiones de carbono, como el GNL y GLP, se están utilizando como combustibles puente en la actualidad en un 1.2 % en las flotillas marinas en las diferentes configuraciones, por lo que la fijación del precio del carbono para impulsar la descarbonización en un impuesto a los combustibles fósiles de la industria naviera ayudara a la inversión en el impulso de las tecnologías verdes del sector naviero.
- Los objetivos de la descarbonización a corto plazo establecen que 5 % de la flota mundial debe funcionar con combustibles de bajas o nulas emisiones para 2030. La flota mundial deberá utilizar de 28 a 30 Mt (millones de toneladas) de Hidrogeno, Metanol, Amoníaco en su movilidad y deberá de cubrirse la demanda de combustibles verdes



El 03 de julio de 2023, fue desarrollado finalmente el motor marino de dos tiempos con amoníaco a gran escala: la primera prueba exitosa del motor con amoníaco. Se espera que el primer motor de amoníaco sea instalado en un barco en 2025.

El potencial es enorme del motor de dos tiempos de combustible amoníaco con un punto de inflexión en el transporte marítimo neto cero de CO₂ durante la combustión, cuyo objetivo del motor es reducir la huella de gases de efecto invernadero en más de un 95 % en comparación con un motor diésel estándar.

Los motores de metanol de combustible dual ya alcanzaron un nivel de preparación tecnológica (Technology Readiness Levels) TRL 9, lo que significa que el sistema ha sido probado en un entorno operativo.

1 900 barcos con motores de dos tiempos y hasta 900 barcos con motores de cuatro tiempos son elegibles para la conversión en la actualidad y podrían ahorrar más de 97 Mt (millones de toneladas) de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) anualmente, si funcionan con combustibles ecológicos.



Índices de certificación de emisiones para transporte marítimo



1.

El Indicé ambiental de buques (ESI) identifica los buques marítimos que desempeñan mejora en la reducción de emisiones al aire que lo requerido por los estándares de emisiones actuales de la Organización Marítima Internacional (OMI).

De acuerdo con el Reglamento marítimo (MRV), las compañías navieras tienen que comprar y entregar (utilizar) derechos de emisión del (Régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea) RCDE UE por cada tonelada de emisiones de CO₂ (o equivalente de CO₂) declaradas en el ámbito del sistema RCDE UE.

2.

3.

Índice de diseño de eficiencia energética para buques existentes (EEXI) y esquema de Índice de intensidad de carbono implementados a partir de 2023 mide su eficiencia estructural en términos de nivel de eficiencia energética por milla de capacidad y reduciría el CO₂ de la flota para 2030 en 0.7 – 1.3 %.



Reducción de la huella de carbono un compromiso entre puertos y empresas navieras



A partir de 2030 la OMI ha establecido dentro de sus objetivos que los puertos; tipo isla, húmedos y secos deben brindar a los buques que zarpen en sus instalaciones portuarias conexión a un suministro eléctrico terrestre para estancias superiores a dos horas, lo que promoverá la descarbonización del transporte marítimo con comportamiento medioambiental responsable.

Los costos finales con fletado de buques con bajas o nulas emisiones de carbono serán más costosos en los periodos de transición, sin embargo la OMI generara certificaciones de descarbonización que compensen la priorización de utilización de buques que cuenten con esta.

El diseño de nuevos buques y motores debe realizarse ahora para permitir el despliegue de emisiones de carbono cero. Debe evaluarse la modernización, cambio de motor o cambio del barco recordando que la vida útil promedio de los buques es de 25 a 30 años



Combustibles en la industria naviera; con abastecimiento en puerto o a bordo



- Los combustibles según su origen o proceso de obtención pueden considerarse grises, negros y marrones los que se generan a partir de combustibles fósiles. "Azul", la captura y almacenamiento de carbono directa de aire se considera "Verde"; electrólisis energía renovable.
- Sin nuevas medidas de control de emisiones pueden alcanzar hasta 1500 Mt en 2050, aumento del 50%, la OMI aprobó un programa de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) al menos un 50% para 2050 comprometiéndose a establecer al menos seis corredores marítimos verdes entre dos o más puertos en todo el mundo para 2025,
- Actualmente, el amoníaco, el metanol y el hidrógeno se derivan de materias primas de gas natural. La planta de metanol limpio Danesa, más grande de Europa en el norte de Suecia, comenzará a operar en 2025. Se espera que suministre 50 000 toneladas de metanol limpio anualmente.
- Los motores de amoníaco e hidrógeno líquido todavía están en desarrollo y se espera su implementación en buques después de 2025 (Lu, et al., 2023 and Zhang, et al., 2024). Tecnologías de abastecimiento de combustible y almacenamiento a bordo de metanol. amoníaco e hidrógeno líquido, deben avanzar más allá de la etapa de prototipo ZEF (Ferry Zero Emisiones) que corresponden a menos del 1% a nivel global. Se necesitarán inversiones de 0,8 a 2,1 billones de dólares para 2050.



Medidas de eficiencia energética en los buques

- La implementación de mecanismos de eficiencia energéticas en buques que reduzcan la huella de carbono son: gestión del rendimiento del viaje a través de Tecnologías de la información y comunicación (TIC), planificación de ruta, dispositivos inteligentes para el ahorro de consumo de energía, , sistemas híbridos de generación de energía auxiliar pilas de combustible.

Proyección de costos para combustibles renovables

- Los costos actuales de los combustibles renovables varían significativamente, desde 41 USD/MWh para HFO hasta 238 USD/MWh para biodiesel FAME. Se espera que para 2030 los costos de combustibles renovables como el hidrógeno verde, metanol y amoníaco se reduzcan, favoreciendo su adopción masiva en la industria marítima.



Conclusiones

Para reducir la huella de carbono tanto en buques como en puertos se ha fijado como objetivo primordial la migración de combustibles convencionales a combustibles alternativos amigables con el medio ambiente. Algunos de estos combustibles son considerados de transición con emisiones reducidas de CO₂ como el GLP, GNS, GNL y Metanol en un ciclo dual con diésel, Sin embargo, para poder alcanzar cero emisiones hacia los objetivos del 2050 están en orden de importancia descendente el Hidrogeno, y Amoníaco (verde).

En el análisis de acuerdo con los objetivos de esta investigación se identifican que para lograr la descarbonización de buques hacia 2050 con cero emisiones se requiere un futuro basado en el hidrógeno verde como tecnología prometedora aplicada a turbinas de gas motrices en buques, hacia un futuro energético más limpio y sostenible.

La producción de barcos a partir de 2030 para poder ser competitivos y cumplir con los objetivos de la OMI de cero emisiones debe utilizar como fuente motriz turbinas de gas con hidrogeno o amoniaco verde.



Referencias

- ❖ Akgül, E. F. (2024). Navigating decarbonization: Examining shipping companies' fleet modernization strategies worldwide. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 16(1), 1–21. <https://doi.org/10.18613/deudfd.1418186>
- ❖ Ammar, N. R., & Seddiek, I. S. (2023). Hybrid/dual fuel propulsion systems towards decarbonization: Case study container ship. Ocean Engineering, 281, 114962. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114962>
- ❖ Baştuğ, S., Akgül, E. F., Haralambides, H., & Notteboom, T. (2024). A decision-making framework for the funding of shipping decarbonization initiatives in non-EU countries: insights from Türkiye. Journal of Shipping and Trade, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s41072-024-00172-1>
- ❖ Bayraktar, M., Yuksel, O., & Pamik, M. (2023). An evaluation of methanol engine utilization regarding economic and upcoming regulatory requirements for a container ship. Sustainable Production and Consumption, 39, 345–356. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.05.029>
- ❖ Chin Law, L., Gkantonas, S., Mengoni, A., & Mastorakos, E. (2024). Onboard pre-combustion carbon capture with combined-cycle gas turbine power plant architectures for LNG-fuelled ship propulsion. Applied Thermal Engineering, 248, 123294. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.123294>
- ❖ Dere, C., Inal, O. B., & Zincir, B. (2024). Utilization of waste heat for onboard hydrogen production in ships. International Journal of Hydrogen Energy, 75, 271–283. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.01.246>



- ❖ Lu, B., Ming, X., Lu, H., Chen, D., & Duan, H. (2023). Challenges of decarbonizing global maritime container shipping toward net-zero emissions. *Npj Ocean Sustainability*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00018-6>
- ❖ McKenney, T. A. (2024). The impact of maritime decarbonization on ship design: State-of-the-Art Report. International Marine Design Conference. <https://doi.org/10.59490/imdc.2024.907>
- ❖ Schwarzkopf, D. A., Petrik, R., Hahn, J., Ntziachristos, L., Matthias, V., & Quante, M. (2023). Future ship emission scenarios with a focus on ammonia fuel. *Atmosphere*, 14(5), 879. <https://doi.org/10.3390/atmos14050879>
- ❖ Xia, M., Yao, S., Li, C., Ying, C., & Sun, J. (2024). Exergy, energy, economy analysis and multi-objective optimization of a comprehensive energy utilization system for LNG-powered ships based on zero-carbon emissions. *Case Studies in Thermal Engineering*, 53(103783), 103783. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103783>
- ❖ Zhang, L., Zeng, Q., & Wang, L. (2024). How to achieve comprehensive carbon emission reduction in ports? A systematic review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(5), 715. <https://doi.org/10.3390/jmse12050715>



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)