

“El reto de la descarbonización del transporte marítimo”¹

El sector marítimo debe de hacer frente a una reducción de las emisiones en los próximos años. Según el reglamento FuelUE Maritime, en la Unión Europea (UE) se deberán disminuir las emisiones en un 40% antes del año 2030. Por su parte, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha pautado reducir al menos a la mitad las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte marítimo internacional de aquí a 2050, al tiempo que se reduce la intensidad de las emisiones de CO₂ al menos un 40 % para 2030 y se aspira a una reducción del 70 % para 2050 con respecto al valor inicial registrado en 2008.

Además, el transporte marítimo se incluye, desde este año, entre las industrias afectadas por el régimen de comercio de los derechos de emisión de la Unión Europea. Esto obliga a los operadores de buques a comprar derechos por un porcentaje creciente de sus emisiones de CO₂: un 40% de las emisiones en 2024, un 70% en 2025 y un 100% a partir de 2026.

Análisis por la Fundación Valenciaport

Sin duda, la **descarbonización** se ha convertido en un imperativo a escala mundial y en una **prioridad** para los Gobiernos, las empresas y la sociedad en general, con el objetivo de lograr un futuro energético más sostenible. Para abordar este desafío, y en línea con el trabajo de base del **Acuerdo de París** firmado en el año 2015, se formó la **Coalición Net Zero**, con el propósito de promover acciones concretas para alcanzar emisiones netas cero y mitigar los impactos del cambio climático. En este sentido, desde la misma se busca acelerar la transición hacia una economía más sostenible y resiliente al cambio climático mediante la implementación de políticas, tecnologías y prácticas que promuevan la neutralidad de carbono.

La Coalición Net Zero está conformada por una amplia gama de participantes, que incluyen más de **140 países** comprometidos con la reducción de emisiones, empresas líderes en sostenibilidad y organizaciones dedicadas a la acción climática. Además, y atendiendo a la estadística, cinco países de los que conforman la Coalición fueron responsables del 60% de las emisiones globales en 2022, en concreto, China, Estados Unidos, Rusia, Japón y la Unión Europea. Tomando en consideración el G20, este porcentaje asciende hasta el 76%, lo que es un claro indicativo del potencial que puede tener la Coalición a la hora de contribuir a la descarbonización.

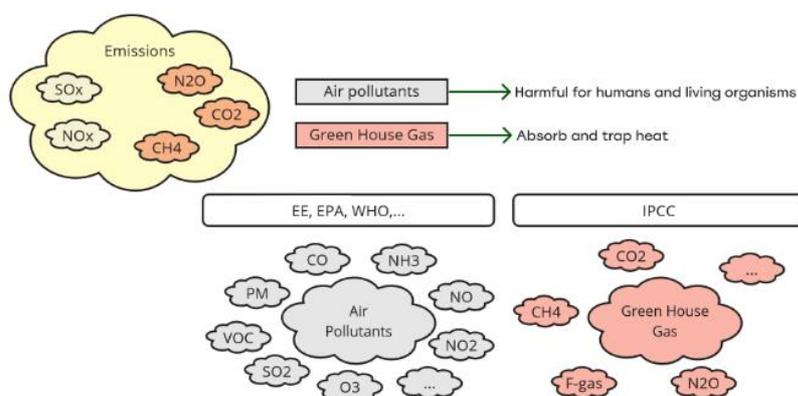
¹ Noticia original publicada por “Cinco Días” y disponible en: <https://cincodias.elpais.com/opinion/2024-02-05/el-reto-de-la-descarbonizacion-del-transporte-maritimo.html>

Las emisiones clasificadas según su efecto

A modo de contextualización, atendiendo a las diferentes emisiones y como pueden discretizarse en función de sus consecuencias sobre el medio ambiente (Figura 1), se distinguen entre:

- Contaminantes atmosféricos:** Conjunto de sustancias, partículas o compuestos químicos que se encuentran en la atmósfera y que pueden ser nocivos para la salud humana y el medio ambiente. Según la naturaleza de su origen, los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en dos tipos, primarios o secundarios. Los contaminantes primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera como resultado de las actividades humanas (quema de combustibles, la industria, el transporte, entre otros). Mientras que los contaminantes secundarios se forman a partir de reacciones químicas entre los contaminantes primarios y otros compuestos que se encuentran en la atmósfera. Algunos ejemplos comunes de contaminantes atmosféricos primarios incluyen gases como el dióxido de azufre (SO₂), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), así como partículas en suspensión como el polvo y el hollín. Están regulados por múltiples entidades como por ejemplo la *European Environment Agency* (EEA) o la *United States Environmental Protection Agency* (EPA).
- Gases de Efecto Invernadero (GEI):** Conjunto de sustancias presentes en la atmósfera terrestre que tienen capacidad de absorber radiación de la tierra, atrapándola y rompiendo el equilibrio entre el calor recibido y el calor emitido. De este modo, los gases atrapan el calor de la atmósfera, contribuyendo al fenómeno conocido como efecto invernadero. El efecto invernadero es esencial para mantener la temperatura de la Tierra en un rango adecuado para la vida tal como la conocemos, pero cuando los niveles de GEI aumentan debido a actividades humanas, se intensifica el efecto invernadero, provocando un calentamiento global y cambios climáticos significativos. Por su parte, el cuerpo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de las Naciones Unidas es el encargado de definir qué gases son considerados como GEI. En este sentido, los principales GEI son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), el vapor de agua y los fluorocarbonos.

Figura 1: Contaminantes atmosféricos vs Gases de Efecto Invernadero



Fuente: elaboración propia

El impacto del transporte marítimo en las emisiones

No cabe duda de que la reducción de la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera contribuye indudablemente al aumento de la **eficiencia energética**, entendida como la **optimización** en el **uso** de la **energía**, la cual implica reducir el consumo, manteniendo el mismo nivel de producción y servicio. No cabe duda de que mejorar la eficiencia energética en sectores intensivos en el uso de energía, se trata de una prioridad. En este sentido, el **transporte marítimo** puede tener un impacto significativo en la reducción de los GEI y, por ende, jugar un papel primordial en la mitigación del cambio climático.

Para comprender la importancia del asunto, cada año cerca de **120.000 buques mercantes** transportan más de **10.000 millones de toneladas** de carga por vía marítima entre unos 3.000 puertos. Esta actividad económica, supuso en 2022 el **1.4%** de las emisiones globales de los **gases de efecto invernadero** (GHG), el **13%** de las emisiones de **óxido de nitrógeno** (NOx) y el **12%** de las emisiones de **óxido de azufre** (SOx), valores del orden de magnitud de las emisiones de Alemania en 2022. Estos datos, sumados a la naturaleza internacional del transporte marítimo, la confluencia de múltiples legislaciones solapadas tanto a nivel local, nacional e internacional, junto con los costes asociados de inversión y modernización de la flota, suponen un desafío de amplia envergadura.

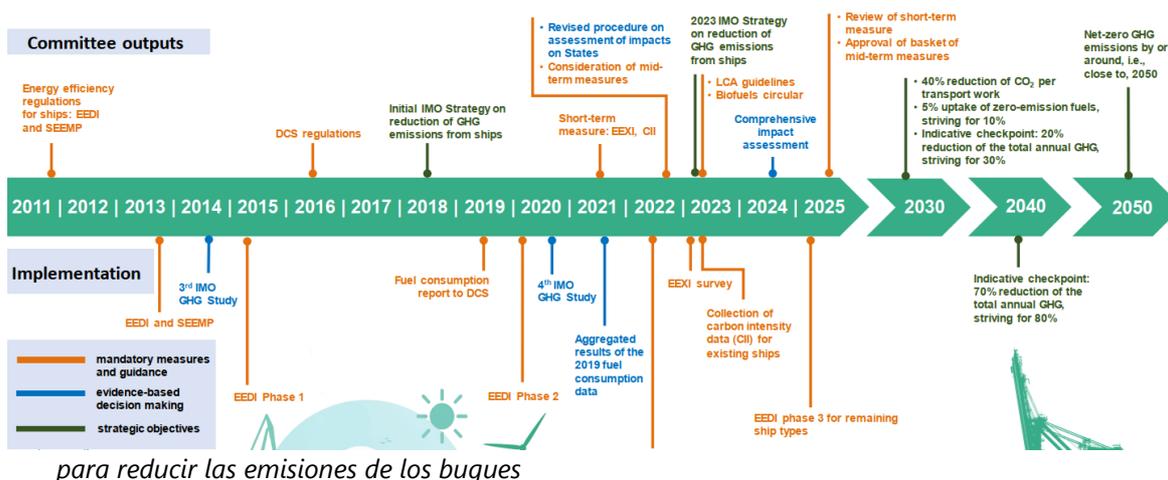
El papel de la Organización Marítima Internacional (OMI)

En este sentido, la naturaleza internacional del transporte marítimo requiere que las regulaciones y estándares se adopten e implementen de forma consensuada entre todos los países. A tal efecto, la **Organización Marítima Internacional** (OMI), agencia especializada de las Naciones Unidas (ONU), responsable de la seguridad y la prevención de la contaminación marina por la actividad de los buques, es el foro en donde este proceso ocurre. Para crear un **marco regulador internacional**, la OMI adoptó en el año **2011** el **primer conjunto** de **medidas** internacionales de obligado cumplimiento para mejorar la eficiencia energética. Fue en el año **2018** cuando la OMI **estableció la Estrategia** inicial sobre los **GEI**, definiendo así una visión que demuestra su compromiso por reducir las emisiones procedentes del transporte marítimo internacional (Figura 2).

En 2023, los miembros de la OMI, reunidos en el Comité de protección del medio marino (MEPC 80), y en virtud del Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación (Convenio MARPOL), **adoptaron** la **Estrategia** de **2023** de la OMI sobre la reducción de las emisiones de GEI procedentes de los buques, con objetivos reforzados para hacer frente a las emisiones perjudiciales. Así pues, y con un mayor nivel de concreción, se estableció **alcanzar emisiones netas** nulas de GEI cerca de **2050**, así como el compromiso de **garantizar la adopción** de **combustibles alternativos** con emisiones nulas o casi nulas de GEI cerca de 2050, y puntos de control indicativos para 2030 y 2040. Con un mayor nivel de concreción, y en comparación con el año 2008, se estableció disminuir las emisiones, en al menos un 40% hasta el 2030 y en un 70% de cara al 2050. Además, se incluyó una referencia específica a una trayectoria de reducción de emisiones de dióxido de carbono coherente con los objetivos de temperatura del Acuerdo de París.

² EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research 2023

Figura 2: Principales pasos normativos y de apoyo a la implementación por parte de la OMI y

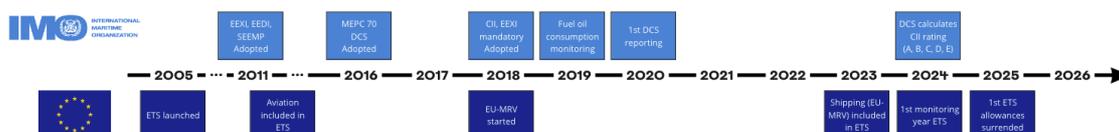


Fuente: OMI

Establecimiento de índices de eficiencia energética

Como estímulo para reducir la intensidad de carbono de todos los buques en un 40% hasta el año 2030 comparado con los niveles del 2008, a partir del 2023 la OMI exigió a cumplir con unos **índices de eficiencia energética** aplicables a los **buques existentes** (EEXI), para medir su eficiencia energética, y su **indicador de intensidad de carbono** (CII) operacional anual y su calificación asociada, tal y como se detallará a continuación. Sin embargo, el establecimiento de indicadores que permitan medir la eficiencia energética en relación con el sector marítimo no es un tema abordado de manera única por la OMI, en este sentido, y ya desde el 2005 la **Unión Europea** (UE) comenzó a dar una serie de pasos para reducir las emisiones de su territorio, aunque fue a partir del año 2010 en el caso de la OMI y de casi el año 2020 por parte de la UE cuando se empezó a redactar la normativa específica en dicho ámbito (Figura 3).

Figura 3: Iniciativas en materia de eficiencia energética del sector marítimo



Fuente: Elaboración propia

En concreto, los **indicadores** de eficiencia energética abordados en el ámbito del transporte marítimo, inicialmente se clasificaron en torno a dos grupos **diferenciados**:

- **Indicadores de eficiencia energética**, los cuales responden a la pregunta cómo de bien está diseñado un buque, se calculan una sola vez y no hace falta que sean recalculados a no ser que haya modificaciones en el buque.
- **Indicadores operacionales**, los cuales cuantifican cómo de bien está operado el buque. De forma general, los mismos se comparan respecto a líneas de referencia, se reportan periódicamente en unas bases de datos y tienen asociados sanciones

económicas. El proceso se repite anualmente, se monitorizan los consumos y al finalizar el año deben ser reportados, introducidos en la base de datos correspondiente. Una vez verificados, se pagan las sanciones correspondientes y se emite un documento de cumplimiento.

Para facilitar el monitoreo de las emisiones de GEI de los buques, la OMI ha implementado el **Sistema de Monitoreo, Notificación y Verificación (MRV)**, desarrollando **módulos específicos** como son el *Global Integrated Shipping Information System - Data Collection System (GISIS-DCS)* y el *The Hybrid European Targeting and Inspections System - Monitoring, Reporting and Verification (THETIS-MRV)* por la Agencia Europea de la Seguridad Marítima (EMSA) para la UE. Dicha herramienta proporciona una plataforma centralizada para la recopilación, verificación y análisis de datos, facilitando así la gestión eficaz de las emisiones y el seguimiento del rendimiento ambiental de la industria naviera. Sin embargo, cabe tener en cuenta que el alcance del consumo que debe ser reportado en cada una de ellas es distinto.

Focalizando en los **principales indicadores vigentes** en la actualidad (Tabla 1), tanto en materia de eficiencia energética como operacionales, si bien difieren entre sí, ya sea en términos de obligatoriedad, aplicabilidad o periodicidad de reporte, etc., todos persiguen un mismo objetivo legítimo: avanzar en la descarbonización del sector marítimo. Para agilizar tal fin, aquellos indicadores que están sometidos a algún pago tienen unos porcentajes de reducción en los primeros años para facilitar la adopción de medidas por parte de la industria.

Tabla 1: Indicadores de eficiencia energética y operacionales

	Units	Developed by	Mandatory	Applicability	Applicability date	Target	Reporting Periodicity	Data reported to	Penalty	Compliance
EEXI EEDI	$\left \frac{\delta \text{CO}_2}{\text{ton} \cdot \text{mile}} \right $		Yes	Worldwide	1st Jan. 2023	Vessel (Shipowner)	Once	—	No	Statutory, IECC
CII	$\left \frac{\delta \text{CO}_2}{\text{ton} \cdot \text{mile}} \right $		Yes	Worldwide	1st Jan. 2024(*)	Vessel (Shipowner)	Annually	DCS	No	DCS Statement of Compliance
ETS	$\left[\frac{\text{CO}_2(\text{eq})}{\text{M}^3 \cdot \text{year}} \right]$		Yes	EU ports calls	1st Jan. 2025(*)	Vessel (Shipowner)	Annually	THETIS-MRV	Yes	Document of Compliance
FuelEU	$\left[\frac{\text{CO}_2(\text{eq})}{\text{M}^3 \cdot \text{year}} \right]$		Yes	EU ports calls	1st Jan. 2026(*)	Vessel (Shipowner)	Annually	Verifier	Yes	Document of Compliance
ESI	Air score [of 100]		No	Worldwide	—	Vessel (Shipowner)	Once	—	—	—
Green Marine Europe	—		No	Worldwide	—	Shipowner, Port, Terminal, Shipyard	Once	—	—	—

(*) Start reporting previous monitored year

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la OMI, EU, IAPH y Green Marine Europe

Además, y a parte de tener fechas de **aplicabilidad distinta**, cada índice recoge y considera diferentes sustancias (Tabla 2). En concreto, los de UE y la IMO se centran en los GEI mientras que los índices como por ejemplo el ESI, centrado en los puertos, cuantifica los gases que son más nocivos para la salud humana, por encontrarse los grandes puertos cercanos a importantes núcleos urbanos.

Tabla 2: Sustancias consideradas por cada índice

	CII	ETS	FuelEU	ESI	GWP [AR5]
 Carbon dioxide	✓	✓	✓	✓	1
 Nitrous Oxide	✗	✓	✓	✗	268
 Methane	✗	✓	✓	✗	28
 Sulphur Oxides	✗	✗	✗	✓	—
 Nitrogenous Oxides	✗	✗	✗	✓	—

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por la OMI, EU y IAPH

Los indicadores de la IMO: EEXI/EEDI y el CII

Como se ha introducido anteriormente, el **Energy Efficiency Existing / Design Ship Index (EEXI/EEDI)** trata de evaluar la eficiencia energética de los buques existentes. Para ello, establece estándares calculando la relación entre la energía utilizada y la capacidad transportada. Ambos índices utilizan la misma metodología de cálculo, pero con factores de reducción distintos. A todos los efectos, EEDI se aplica a aquellos buques en los que la orden de construcción sea posterior al 1 de enero del 2013. Para el resto de buques se calcula el EEXI. El EEXI debía ser aprobado antes de la primera inspección periódica en 2023. Tanto el EEXI como el EEDI calculado, debe estar por debajo de los valores de referencia.

Por su parte, el **Carbon Intensity Index (CII)** mide la eficiencia energética de un buque en términos de emisiones de CO₂ por tonelada-milla transportada. Este indicador es esencial para evaluar y comparar la eficiencia de diferentes buques y rutas. Forma parte de la documentación *Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)* requerida por el Anexo VI de MARPOL. El objetivo del SEEMP es promover la eficiencia energética en la operación del buque. La puntuación del CII se realiza comparando el valor calculado respecto a un valor de referencia para el buque en concreto. En función del indicador de intensidad de carbono de un buque, su intensidad de carbono se calificará como A, B, C, D o E (siendo A la mejor). La calificación indica un nivel de rendimiento muy superior, superior, moderado, inferior o muy inferior. El grado de rendimiento se registrará en una "declaración de cumplimiento" que se detallará en el Plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP).

Los indicadores de la UE: FuelEU y ETS

Por lo que refiere a los indicadores establecidos por la UE, se ha desarrollado tanto el **Mecanismo de Financiamiento para una Transición Justa** (FuelEU Maritime) como el **Sistema de Comercio de Emisiones** (ETS). Si bien ambos contabilizan las emisiones de los buques que hacen escala en puertos europeos, y cubre el 100% de las emisiones para los trayectos entre puertos europeos y el 50% de las emisiones para los trayectos entre puertos europeos y puertos fuera de Europa, el objetivo perseguido por cada uno es distinto.

En este sentido, mientras que el ETS se centra en la regulación y reducción de las emisiones de GEI mediante un sistema de comercio de emisiones, FuelEU Maritime busca

promover la adopción de combustibles marinos más sostenibles y tecnologías de propulsión más limpias.

Más en concreto, el Maritime Transport in EU Emissions Trading System (ETS), se trata de un sistema de mercado que tiene en cuenta solo las emisiones debidas a la combustión, sin considerar la producción o las etapas previas. Este sistema dio origen al mercado de emisiones en Europa, gestionado por el European Energy Exchange (EEX) con sede en Leipzig, Alemania. En este sistema el armador es responsable de comprar derechos de emisiones y pagar anualmente el valor agregado de emisiones de su flota, pagando un derecho de emisión por cada tonelada de CO₂ reportada. Por su parte, el FuelEU Maritime pertenece al conjunto de medidas de FitFor55 y contabiliza las emisiones desde la producción hasta la emisión. Para ello proporciona un conjunto de factores para el cálculo en función del origen del combustible, promoviendo la transición hacia opciones más limpias y sostenibles.

Otros índices: ESI y Green Maritime Europe

En la misma línea, y si bien las mismas no son de obligatorio cumplimiento, pero susceptibles a acarrear reducciones a aquellos armados que tengan buena puntuación, las iniciativas llevadas a cabo en forma de indicadores de eficiencia han surgido por parte de **otros organismos de referencia** como la International **Association of Ports and Harbors** (IAPH) o la Green Maritime Europe, y que han sido ampliamente acogidos por la industria. En concreto, el índice **Índice de Desempeño de Carbono** (ESI), el cual valúa el rendimiento de un buque en términos de eficiencia energética y emisiones de CO₂. Los buques que no cumplen con los estándares pueden enfrentar sanciones o exclusiones de ciertos puertos. Del mismo modo, también se la iniciativa por parte de la **Green Maritime Europe**, la cual promueve la mejora continua de la eficiencia energética y la reducción de emisiones en el transporte marítimo. Con esto, ofrece certificaciones y reconocimientos para incentivar a los armadores a adoptar prácticas más sostenibles.

Incremento de los costes operacionales en el transporte marítimo

Una vez revisados los indicadores establecidos por los organismos pertinentes, es evidente que, aunque su implementación tiene como objetivo principal mejorar la sostenibilidad, también plantea **preocupaciones** sobre cómo los **costes operativos** adicionales podrían afectar a los consumidores finales. En este sentido, al aumentar los costes operativos, existe el **riesgo de evasión** y de **pérdida potencial de carga en tránsito** fuera de la Unión Europea (carga descargada de un buque para ser transferida a otro hasta su destino final). Esto es especialmente relevante en relación con el FuelEU y el ETS, ya que tienen un impacto directo en los costos de operación del buque. En cuanto al resto de los indicadores, si bien pueden influir en ciertas cláusulas de los contratos de fletamento, no tienen un efecto directo en el coste.

Además, mientras que la gestión de los fondos de los **ETS** y del **FuelEU** todavía **presenta** muchos **interrogantes**, que se irán resolviendo en los próximos meses, los mismos deben ser revertidos en impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías hacia la descarbonización. Como ejemplo, en una escala global las emisiones reportadas en el EU-MRV en 2022 fueron de 8,4 millones de toneladas métricas de CO₂eq. A principios de 2024 el precio de los permisos de carbono de la UE estaba alrededor de 80€/t. Estos valores suponen aproximadamente 7.000 millones de € al año sólo por el sistema ETS.

Las principales navieras que explotan portacontenedores ya han hecho unas previsiones del sobrecoste sin reducciones por contenedor para un coste de 90 €/t CO₂ (Tabla 3).

Tabla 3: Sobrecostes de las navieras por la aplicación del sistema ETS³

	Asia → North Europe		East Asia → South Europe		Far East — North Europe		North America — Mediterranean		Far East — North Europe		North America — Mediterranean	
Dry containers	€12	€7	€70	€46	€25	€43						
Reefers	€31	€16	€105	€69	€40	€65						
	Hapag - Lloyd		Maersk		CMA - CGM							

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por las navieras Hapag-Lloyd, Maersk y CMA-CGM

Con todo esto, y si bien la aplicación de **indicadores**, tanto de eficiencia energética como operacionales están alineados con la máxima de conseguir una industria neutra en emisiones de carbono, sirviendo como **termómetros** que permiten evaluar el grado de **contribución** a los **objetivos** establecidos, aún queda un **largo camino** por recorrer en esta dirección. En esta línea, algunos aspectos contemplados en la Estrategia de la OMI, y que incluyen estudiar el suministro desde tierra a los buques de energía procedente de **fuentes renovables** y el desarrollo de infraestructuras de apoyo al suministro de **combustibles alternativos** bajos en carbono o de carbono cero, entre otros, son claros ejemplos que ya se están desarrollando.

Y es que, para alcanzar los objetivos regulatorios propuestos, es fundamental el uso de combustibles alternativos con bajas emisiones de carbono. Según la normativa europea sobre la contabilización de emisiones, tres tecnologías sobresalen como las más prometedoras para la descarbonización: el **hidrógeno renovable**, el **amoníaco** y el **metanol renovable** con captura y reciclaje de carbono. Estas opciones permiten eliminar el 100% de las emisiones, a diferencia del gas natural, que solo reduce un 17%. Al comparar estas tecnologías, el metanol destaca por su gestión más sencilla, menor necesidad de inversión y su compatibilidad con los motores de combustión.

En la actualidad, tanto el sector marítimo como el energético están invirtiendo en el desarrollo y la implementación de combustibles con bajas emisiones. Sin embargo, este **proceso** conlleva **costes** y **desafíos** que deben **abordarse** en **todos** los **niveles** de la **cadena de valor**, lo que podría ralentizar la adopción generalizada de estos combustibles alternativos. Por lo tanto, es crucial respaldar la reducción de emisiones

³ Estos valores estimados fueron publicados sin tener en cuenta circunstancias externas como el sobrecoste debido a la crisis en el Mar Rojo y en el Canal de Suez, que han elevado el coste de transporte marítimo en un 300%. El consumo de combustible para los buques que navegan por el cabo de buena Esperanza y por tanto han incrementado las emisiones de CO₂ por viaje. Sin embargo, el impacto sobre la inflación será moderado al suponer la logística una pequeña parte del precio final de los productos.

mediante la implementación en el corto plazo de medidas complementarias con un menor grado de interrupción. Entre estas medidas se incluye la **electrificación** y la **mejora** de la **eficiencia energética a bordo**, la instalación de baterías para apagar motores durante maniobras en puerto, la adopción de **Abastecimiento de Electricidad en Tierra** (OPS) y la utilización de **combustibles renovables** y **biocombustibles** compatibles con los **motores existentes**. Estas acciones representan una forma efectiva de avanzar hacia los objetivos establecidos de reducción de emisiones. Es evidente que estas medidas ya están siendo implementadas, reflejando el **compromiso** y **esfuerzo** dedicados a acelerar la **descarbonización** en el sector marítimo.