

# Catalizando la cuarta revolución de la propulsión marina

RESUMEN Y TRADUCCIÓN DE ANAVE DEL INFORME DE LA INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING 'CATALYSING THE FOURTH PROPULSION REVOLUTION' (1)

Tras una larga historia de buques propulsados por el viento, el carbón y el petróleo, es necesaria una cuarta revolución de la propulsión marina para conseguir la descarbonización total del transporte marítimo con arreglo a los exigentes objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) establecidos por la Organización Marítima Internacional (OMI).

Este desafío es enorme. El transporte de mercancías por vía marítima consume ingentes cantidades de energía y será necesario desarrollar una nueva generación de combustibles y sistemas de propulsión. Muchos de los potenciales combustibles, como el

amoniaco y el hidrógeno, presentan serios obstáculos operativos. Además de posibles problemas de seguridad, que habrá que resolver, tienen una menor densidad energética, lo que quiere decir que habrá que transportar a bordo mucho más combustible. Será necesario modernizar la flota mundial y desarrollar nuevas redes de suministro de combustible.

La introducción de nuevas tecnologías con cero emisiones de carbono solo será posible mediante un enorme esfuerzo de I+D. Los armadores están dispuestos a catalizar este proceso para lo que han propuesto la creación de un fondo dotado con 5.000 millones de dólares.

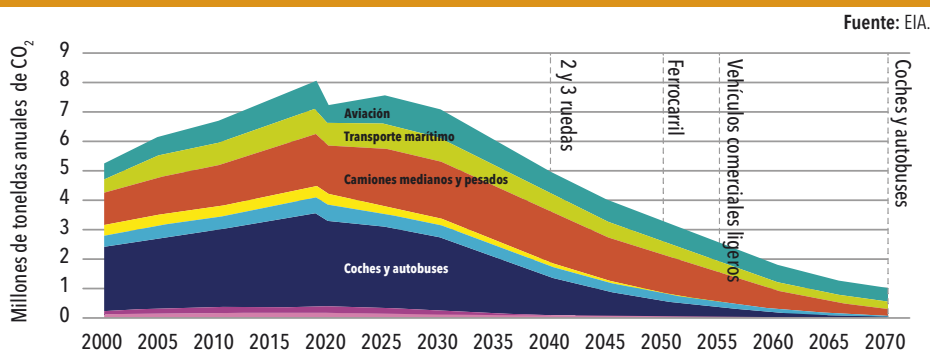
## LA URGENTE NECESIDAD DE ACELERAR LA TRANSICIÓN A COMBUSTIBLES Y PROPULSIÓN SIN CARBONO

El transporte marítimo es la forma más eficiente de mover mercancías, constituye la columna vertebral del comercio internacional y mueve alrededor del 90% del comercio mundial de mercancías, con un valor económico de unos 7 billones (10<sup>12</sup>) de dólares al año (unas 5 veces el PIB de España).

Para llevar a cabo esa enorme tarea, los buques consumen, lógicamente, una gran cantidad de energía, unos 4 millones de barriles/día de combustibles, que equivalen al 4% de la producción mundial de petróleo. La energía empleada por un buque portacontenedores típico sería suficiente para abastecer a 50.000 hogares.

Actualmente esta actividad se lleva a cabo fundamentalmente mediante el uso

FIG. 1 / Emisiones de CO<sub>2</sub> por modo de transporte en un escenario de desarrollo sostenible (2000/2070)

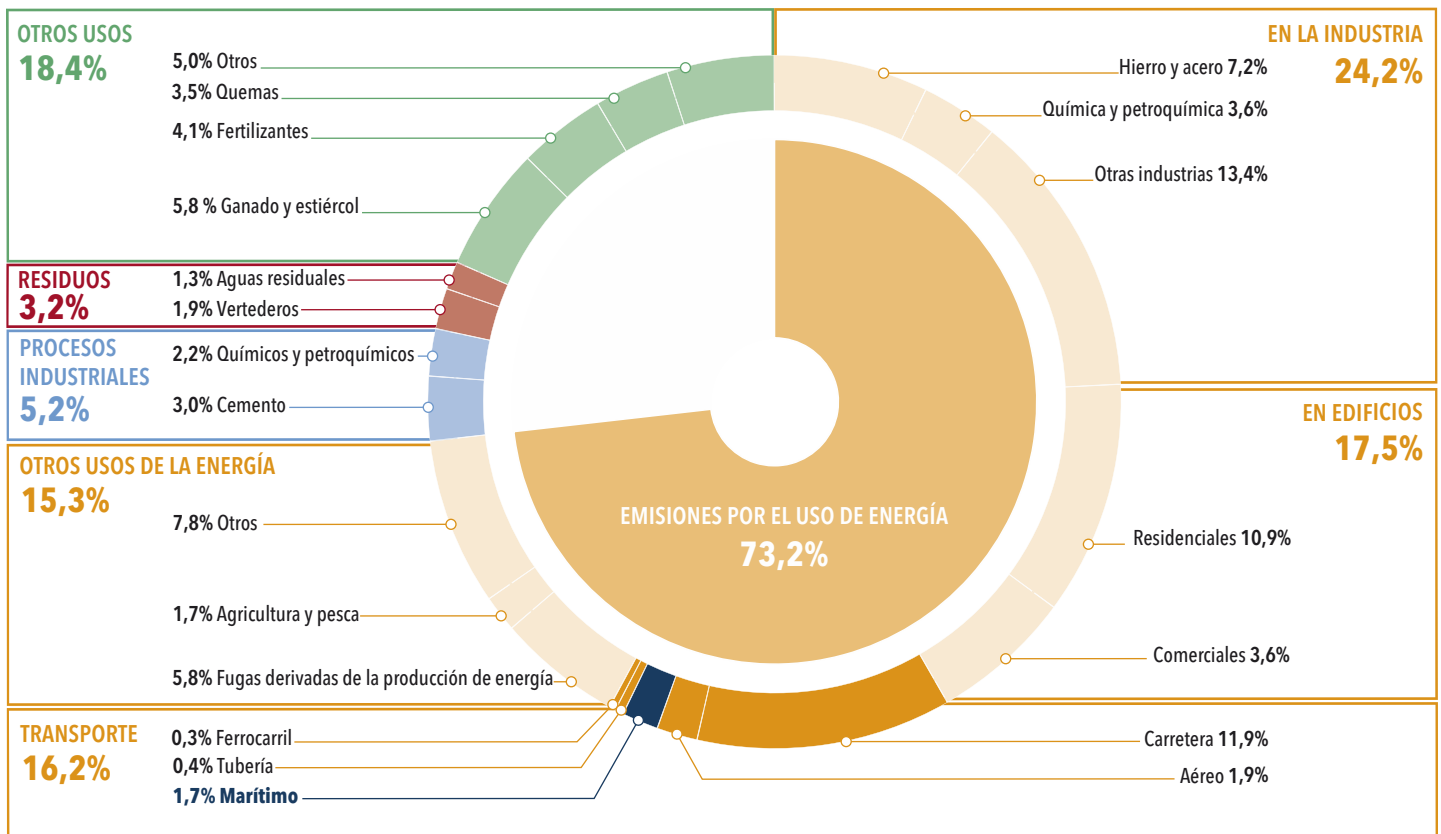


\* Las líneas discontinuas indican el año en que la EIA estima que un modo de transporte dejará de utilizar mayoritariamente combustibles fósiles.

(1) El informe completo puede descargarse en el siguiente enlace.

FIG. 2 / Emisiones globales de gases de efecto invernadero por sector

Fuentes: ourworldindata.org, Hannah Ritchie, a partir de datos de Climate Watch, the World Resources Institute (2020)



de combustibles fósiles con una elevada intensidad de carbono. Pero las empresas navieras son muy conscientes de que es necesario y urgente evolucionar hacia un transporte marítimo neutro en carbono, lo que solo se podrá lograr con el desarrollo de una nueva generación de tecnologías y combustibles. Aunque ya se trabaja en varias vías posibles, ninguna tiene aún la madurez suficiente para su introducción a gran escala, por lo que se precisa una ingente inversión en I+D. Para contribuir a acelerar el desarrollo de estas nuevas tecnologías y combustibles, el sector naviero ha propuesto la creación de un Fondo Internacional de I+D dotado con 5.000 millones de dólares y financiado mediante una contribución obligatoria por cada tonelada de combustible consumido por los buques.

Con todo, el buque es el medio de transporte que menos energía consume por tonelada x km: mueve el 90% del comercio mundial de mercancías con solo el 8% del consumo de energía total em-

pleada en el transporte y produce alrededor del 1,7% de las emisiones totales mundiales de GEI (ver Fig. 2).

La OMI se ha fijado como objetivo que, en 2050, las emisiones del transporte marítimo sean la mitad de las de 2008 y conseguir la descarbonización total del sector lo antes posible en este siglo. Se estima que alcanzar este objetivo costará alrededor de un billón de dólares (10<sup>12</sup>) durante los próximos 30 años. Un coste significativo, consecuencia en gran medida de la necesidad de desplegar en todo el mundo una nueva infraestructura de suministro de los nuevos combustibles.

Hasta ahora ya se vienen aplicando una serie de medidas provisionales para reducir la huella de carbono del sector marítimo: la mejora radical del proyecto de los buques, medidas operacionales de eficiencia energética y la introducción de combustibles con menores emisiones de CO<sub>2</sub> como el gas natural licuado (GNL). Estas medidas han permitido a los armadores mejorar sustancialmente la eficien-

cia energética de sus flotas, reduciendo notablemente sus emisiones de GEI. Al fin y al cabo, el combustible es, con diferencia, la mayor partida de los costes del transporte marítimo, por lo que los armadores y fletadores son los primeros interesados en reducirla.

Concretamente, del estudio más reciente de la OMI sobre emisiones de GEI, publicado en agosto de 2020, se desprende que las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo se redujeron en 2018 un 7% respecto a las de 2008. Y ello pese a que, durante el mismo período, el comercio marítimo mundial aumentó un 40%. Esto supone, en promedio, una mejora de la eficiencia energética de alrededor del 30% en toda la flota mundial en esos 10 años. Sin duda es un logro significativo.

Sin embargo, solo con las medidas operacionales y las tecnologías y combustibles existentes no será posible alcanzar los objetivos de la OMI. Incluso estimando de forma conservadora el crecimiento del comercio mundial, para lograr una reducción del 50% de las emisiones absolutas de CO<sub>2</sub> en 2050, habría que reducir las emisiones de carbono de la flota mundial por tonelada x milla en un 90%. Y esto solo será posible si una gran parte de esta flota utiliza ya, en esa fecha, combustibles sin emisiones.

## COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Durante los últimos 100 años y aún actualmente, la gran mayoría de flota mercante mundial se ha propulsado mediante máquinas de vapor y motores de combustión interna, utilizando combustibles fósiles derivados del petróleo. Estos combustibles tienen grandes ventajas como su alta densidad energética y su facilidad de manipulación. Sin embargo, emiten carbono durante su producción y su combustión. Como se ha visto, para lograr un transporte marítimo con cero emisiones habrá que desarrollar tanto nuevas tecnologías como nuevos combustibles que, a día de hoy, no existen en una forma o a una escala que permitan su uso generalizado por la flota mercante mundial.

En los últimos años se ha avanzado en la investigación sobre nuevos combustibles y tecnologías potencialmente sin emisiones de GEI, como el hidrógeno o el amoníaco para el transporte transoceánico o las baterías eléctricas para el transporte marítimo de corta distancia. Sin embargo, todas estas alternativas están aún muy lejos de que sea posible su uso comercial a gran escala, para lo que hará falta una ingente inversión en I+D.

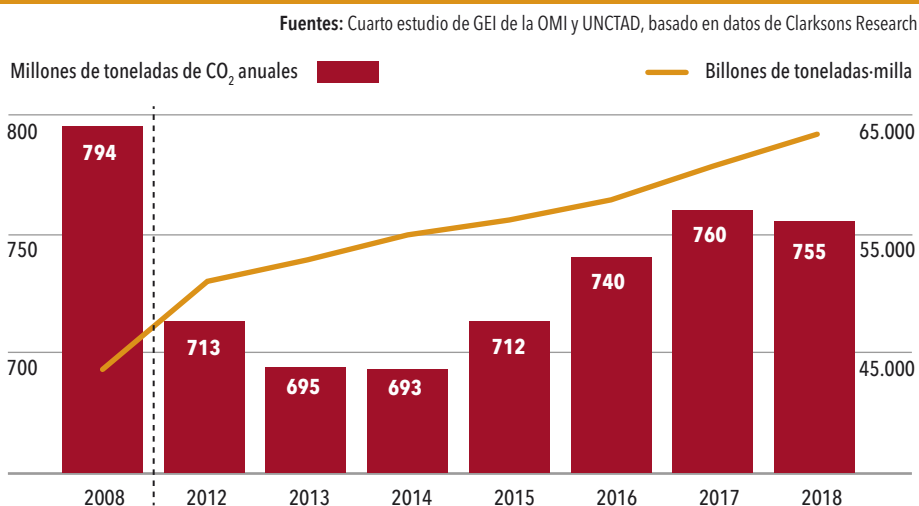
En el futuro, la elección del 'combustible marino óptimo' dependerá de varias consideraciones: su densidad energética (cantidad de energía por unidad de volumen, que determina la necesidad de espacio a bordo para su almacenamiento); si es completamente 'verde' o si se producen emisiones durante su producción; si precisan de nuevos sistemas de propulsión y si existe una infraestructura global de suministro. Muy probablemente no haya un único ganador, sino que en distintos segmentos del mercado se utilizarán distintos tipos de combustibles y sistemas de propulsión.

Esta multiplicidad de vías potenciales representa un obstáculo adicional para el sector. Cada una de estas opciones precisará de su propia I+D para su aplicación comercial o descarte definitivo. Un informe encargado por ICS sugiere que serán necesarios hasta 200 proyectos piloto de I+D para lograr 20 proyectos de demostración a escala real en buques.

### AMONIACO, NH<sub>3</sub>

El amoníaco 'verde' es uno de los combustibles sin emisiones más prometedores. Según la IEA su uso en el transporte marítimo podría alcanzar 130 millones de toneladas en 2070. Aunque su combustión genera óxidos de nitrógeno, éstos podrían eliminarse instalando sistemas de reducción catalítica. Una de sus mayores ventajas es que podría usarse en motores de combustión interna muy similares a

FIG. 3 / Emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo y comercio mundial por vía marítima



El sector naviero ha propuesto crear un fondo de 5.000 millones de dólares para encontrar vías para disponer de buques técnica y operativamente viables sin emisiones de GEI a partir de 2030

los actuales. De hecho, MAN Energy Solutions prevé que en 2024 tendrá disponible para su comercialización su primer motor alimentado con amoníaco.

Actualmente el amoníaco se fabrica, para su uso como fertilizante, a partir de gas natural o gases licuados del petróleo, por lo que en su producción se generan muchas emisiones de carbono. El amoníaco 'verde' se debería obtener utilizando únicamente energías renovables. Para poder utilizarlo como combustible marino tendría que almacenarse en estado líquido y habría que desarrollar una nueva red de suministro capaz de manipular de forma segura un combustible que es muy tóxico. En su contra figura también su densidad energética relativamente baja, que obligaría a los buques a duplicar el espacio para el almacenamiento a bordo.

Según la Royal Society de Gran Bretaña, para producir el amoníaco 'verde' necesario para su uso por toda la flota

mundial se precisaría una energía equivalente al 30% de la capacidad mundial actual de producción de energías renovables, que en 2019 fue de 2.537 gigavatios. Otro estudio reciente estima que el precio del amoníaco 'verde', producido a partir de fuentes de energía solar y eólica, se situaría entre 21 y 46 dólares por GigaJulio (\$/GJ) en 2025, pero que podría bajar a unos 13-15 \$/GJ en 2040. Actualmente, el fueloil tiene un precio de unos 15 \$/GJ.

### HIDRÓGENO, H<sub>2</sub>

El hidrógeno como combustible no emite ni gases de efecto invernadero ni contaminantes, pero actualmente la mayor parte del H<sub>2</sub> disponible comercialmente se produce a partir de combustibles fósiles en un proceso energéticamente intensivo que emite una gran cantidad de carbono. Se está investigando la producción de hidrógeno 'verde' a partir del agua mediante ciclos termoquímicos que utilizan energías renovables. También se podría obtener por electrolisis a partir del excedente no almacenable de energías solar o eólica. Otra opción es el llamado 'hidrógeno azul', que se obtendría a partir de combustibles fósiles y la captura y almacenamiento del CO<sub>2</sub> generado en el proceso.

La densidad energética del H<sub>2</sub> a temperatura ambiente es muy baja, por lo que para usarlo como combustible tendría que licuarse, lo que se produce a -253 °C a presión ambiental. Además, requiere de cinco veces más espacio que los combustibles convencionales para almacenarlo y

sería necesario desarrollar una nueva infraestructura de suministro global. Según la IEA, todas estas dificultades limitarán su uso como combustible en grandes buques. Aún con todo, se prevé que la flota mercante mundial consumirá unos 12 millones de toneladas de H<sub>2</sub> en 2070.

Durante el segundo trimestre de 2021 está prevista la entrega del primer remolcador propulsado por H<sub>2</sub>. Sin embargo, existe una gran diferencia entre un remolcador de 300 GT que puede repostar diariamente de combustible y un gran buque que opere en tráficos transoceánicos con

navigaciones de varias semanas de duración. También en este caso se precisa de un importante esfuerzo de I+D que permita la aplicación del H<sub>2</sub> a gran escala en determinados sectores del transporte marítimo.

**PILAS DE COMBUSTIBLE Y BATERÍAS**

El hidrógeno también se puede utilizar en pilas de combustible, que producen electricidad mediante una reacción electroquímica. Se considera una posibilidad prometedora, tanto para propulsión en rutas cortas como para los sistemas auxiliares de los buques más grandes.

El uso de baterías para propulsión en buques se encuentra aún en una etapa muy incipiente de desarrollo. Un gran portacontenedores requeriría para navegar durante una semana la energía de 70.000 baterías de un coche eléctrico actual.

Incluso teniendo en cuenta que se considera posible que los avances en esta tecnología a medio plazo multipliquen por 4 la densidad energética de las baterías, en Wh/kg, la opinión generalizada es que los buques puramente eléctricos solo serán viables para servicios de corta distancia.

**VIENTO**

El viento se está convirtiendo en una opción viable gracias a las nuevas aplicaciones de antiguas tecnologías. Se han desarrollado recientemente e instalado en algunos buques mercantes velas rígidas, cometas y rotores Flettner que pueden suministrar actualmente entre el 5 y el 10% de las necesidades energéticas de un buque.

Aunque es poco probable que, a medio plazo, los grandes buques mercantes operen exclusivamente con propulsión eólica, esta sí puede complementar los combustibles con cero emisiones de carbono o sistemas híbridos eólico-eléctricos.

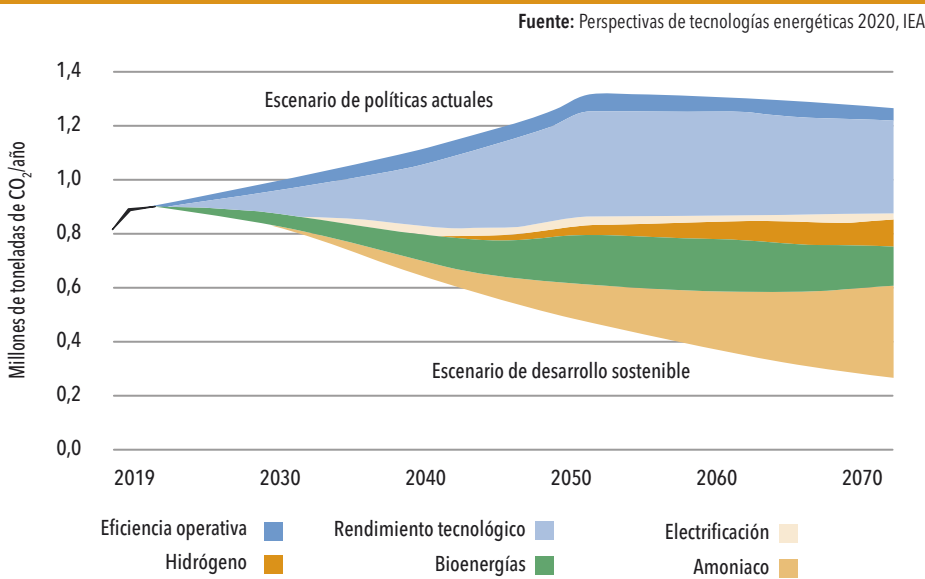
**NUCLEAR**

Los combustibles nucleares son una tecnología probada que podría aplicarse fácilmente a muchos buques mercantes para eliminar por completo sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Solo se requeriría un pequeño reactor nuclear, con una vida útil de muchos años, que eliminaría la necesidad de que los buques repostaran o transportaran grandes cantidades de combustible. Rusia opera con éxito varios buques rompehielos nucleares en el Ártico, algunos con una autonomía de hasta 12 años. Sin embargo, es poco probable que la mayoría de los gobiernos consideren políticamente aceptable el uso generalizado de combustibles nucleares, por sus implicaciones sobre seguridad y protección.

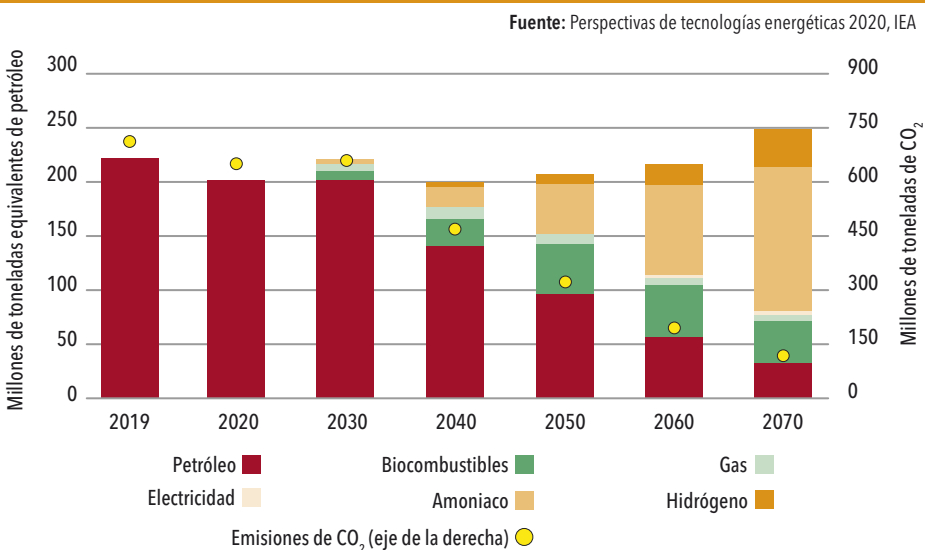
**UN FONDO MARÍTIMO MUNDIAL DE I+D PARA TRANSFORMAR TECNOLOGÍAS INCIPIENTES EN SOLUCIONES VIABLES**

La descarbonización del sector marítimo para lograr los objetivos actuales de reducción de CO<sub>2</sub> requiere un gran salto tecnológico, similar al que se produjo en el último tercio del siglo XIX con el paso de la vela a la máquina de vapor. La mejora de la eficiencia de carbono necesaria es incompatible con el uso continuado de combustibles fósiles. El objetivo de la OMI para 2050 solo se puede lograr con la introducción de tecnologías con cero emisiones de carbono comercialmente viables en la década de 2030, como tarde.

**FIG. 4 / Reducción global de emisiones de CO<sub>2</sub> por tecnologías**



**FIG. 5 / Consumo global de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo internacional**



La mayoría de los buques existentes en la actualidad funcionan casi exclusivamente con combustibles fósiles, y a día de hoy no existen sistemas de propulsión y combustibles sin emisiones de carbono disponibles a escala mundial. Su desarrollo y el de combustibles como el hidrógeno, el amoníaco y los sistemas de baterías requerirá una enorme inversión en I+D antes de que puedan aplicarse comercialmente en el sector marítimo mundial.

Además, serán necesarias nuevas infraestructuras terrestres para la fabricación, suministro y manejo de los nuevos combustibles, así como programas de formación y el desarrollo de procedimientos de seguridad completamente nuevos. La tarea es enorme para una industria que depende casi exclusivamente de los combustibles fósiles y compuesta en su mayoría de pequeñas y medianas empresas y sin experiencia en el desarrollo tecnológico. Este hecho subraya la necesidad de un fondo global de I+D al que pueda contribuir toda el sector.

El sector del transporte marítimo mundial ha propuesto a la OMI crear un programa de colaboración de I + D para la descarbonización del sector. La propuesta, presentada en diciembre de 2019, contempla el establecimiento de un Consejo Internacional de Investigación y Desarrollo Marítimo supervisado por los Estados miembros de la OMI y financiado por todo el sector mediante una contribución obligatoria de 2\$ por tonelada de combustible marino adquirida. Se calcula que generará alrededor de 5.000 millones de dólares en un plazo de 10 años, que serán fundamentales para acelerar los proyectos de I+D necesarios para lograr buques comercialmente viables con cero emisiones de carbono para principios de la década de 2030. Otras partes interesadas, como empresas energéticas, astilleros y los fabricantes de motores y equipos marinos podrían contribuir a través de proyectos cofinanciados por este fondo, lo que generaría una financiación adicional.

Este programa, con el apoyo político de los gobiernos, podría ponerse en marcha en 2023, a más tardar, mediante enmiendas al Convenio MARPOL.

#### EL TRANSPORTE MARÍTIMO SIN EMISIONES DE GEI

La IEA estima que, en 2070, el petróleo y el gas serán responsables de solo una

sexta parte del consumo total de combustible del transporte marítimo.

Para que esto ocurra, la cuarta revolución de propulsión marina tendrá que haber tenido éxito. El fondo de I+D propuesto por el sector será un paso importante en el camino hacia la descarbonización.

Este es un proceso en el que hay ganadores y muy pocos perdedores. Además de la importante contribución en la lucha contra el cambio climático, los proyectos de I+D apoyados por el fondo producirán casi con certeza beneficios más

amplios y aplicaciones más allá del sector del transporte marítimo.

Los actuales productores de hidrocarburos podrían convertirse en los principales productores de una nueva generación de combustibles a partir de gas natural o metano con sistemas de captura de carbono y de energías renovables.

A medida que el mundo avance hacia una economía verde, los cargadores se verán presionados por sus clientes para utilizar buques con credenciales ecológicas, que contarán también con mejor acceso a la financiación.

## SEIS CONCLUSIONES CLAVE

- 1** El transporte marítimo es clave para la economía mundial. Transporta alrededor del 90% en volumen de las mercancías que se mueven en todo el comercio mundial. Consume aproximadamente 4 millones de barriles de petróleo diarios, el 4% de la producción mundial y equivalente a más de un tercio de la producción diaria de Arabia Saudí. El valor de las mercancías transportadas por vía marítima se acerca a los 7 billones de dólares anuales, unas 5 veces el PIB de España.
- 2** El sector del transporte marítimo es responsable del 1,7% de las emisiones totales de la economía mundial, mientras que la aviación emite un 1,9% y el transporte por carretera un 11,9%.
- 3** La cuarta revolución de propulsión marina deberá superar múltiples obstáculos para poner fin a la dependencia del sector marítimo de los combustibles fósiles. Será necesario desarrollar nuevos combustibles, nuevos sistemas de propulsión, mejorar los proyectos de los buques y establecer una red global de suministro de combustibles completamente nueva.
- 4** Hoy día no existe un suficiente desarrollo de los combustibles ni las tecnologías con cero emisiones de carbono necesarias para catalizar dicha revolución. Sí existen varios combustibles y tecnologías potenciales, pero cada uno de ellos plantea desafíos específicos que requieren una gran inversión en I+D antes de que puedan ser comercialmente viables.
- 5** Posibles combustibles de futuro como el amoníaco y el hidrógeno tienen una densidad energética menor que el petróleo, lo que significa que los buques consumirán hasta cinco veces más en volumen. Si toda la flota mundial adoptara como combustible el amoníaco 'verde', se tendría que triplicar la producción actual y el transporte marítimo consumiría el 60% de la producción mundial de energía renovable de 2.537 gigavatios.
- 6** Para hacer realidad la cuarta revolución de la propulsión marina, el sector naviero ha propuesto la creación de un fondo de I+D dotado con 5.000 millones de dólares, financiado mediante una contribución obligatoria sobre el consumo de combustible y supervisado por la Organización Marítima Internacional (OMI).

ANAVE, como editora del Boletín Informativo, no comparte necesariamente las opiniones y conclusiones vertidas en los artículos de esta sección, que corresponden exclusivamente a sus firmantes. Se autoriza la reproducción total o parcial de estos artículos, siempre que se cite a ANAVE como fuente y el nombre del autor.