



# **Emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Transporte Marítimo**

**Tutor: Elena Seco**  
**Alumno: Jorge Llorens**

Máster en Derecho y Negocio Marítimo 36ª edición

Septiembre 2020

## *Agradecimientos*

*En primer lugar, quiero agradecer al IME y a ICADE, por lograr el buen desarrollo del Máster en Derecho y Negocio Marítimo en un año tan complicado como el que hemos vivido, sumidos en una situación de pandemia que pareciera de ciencia ficción.*

*También a Elena Seco, tutora de este trabajo, por su ayuda y enorme paciencia.*

*Y, por último, pero no menos importante, a mi familia, por el gran apoyo que me han brindado, en especial a Gloria Llorens, - sin ti esto no hubiera sido posible-.*

## **Resumen**

El objeto de este trabajo es analizar la problemática de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por los buques mercantes, comenzando por definir cuales son, exponer el problema medioambiental que generan, cual es la normativa internacional y europea que las regula, así como las medidas y objetivos fijados por la comunidad internacional para los próximos años y, finalmente, las diferentes vías que disponen los armadores para cumplir y alcanzar dichas normas y objetivos.

## **Abstract**

The aim of this paper is to analyse the problem of greenhouse gas emissions produced by merchant ships, starting by defining what they are, exposing the environmental problem they generate, what international and European regulations govern them, as well as the measures and objectives set by the international community for the coming years and, finally, the different ways in which shipowners can comply with and achieve these regulations and objectives.

# Índice

- 1.introducción [pg. 5]
- 2. Emisiones atmosféricas: Emisiones Contaminantes y de Efecto Invernadero [pg.9]
  - 2.1 emisiones de gases contaminantes [pg.9]
  - 2.2 Emisiones de gas efecto invernadero [pg.11]
  - 2.3 Efecto cruzado [pg.12]
- 3.Causas y Consecuencias del Cambio Climático [pg.15]
  - 3.1 El efecto invernadero [pg.16]
  - 3.2 Balance Energético de la tierra [pg.19]
  - 3.3Factor Humano: Emisiones GEI Antropogénicas [pg.20]
  - 3.4 Consecuencias para las personas y el planeta [pg.22]
- 4. Transporte marítimo y su influencia en el Cambio Climático [pg.27]
- 5. Regulación para la reducción de las emisiones de CO2 [pg.32]
  - 5.1 Regulación Organización de la Organización Marítima Internacional [pg.37]
    - 5.1.1 Regulación OMI 2019 [pg.41]
    - 5.1.2 Regulación OMI 2020 [pg.44]
  - 5.2 Notas y Conclusiones del 4º estudio de la OMI [pg.46]
  - 5.3 Normativa Europea [pg.47]
    - 5.3.1. El pacto verde europeo [pg.50]

- 5.3.2. Inclusión del transporte marítimo en el EU-ETS y creación de un Fondo de Compensación Europeo [pg.52]
- 6. Medidas internacionales: Tasa sobre el combustible y Fondo Internacional de Compensación [pg.61]
- 7. Energías Alternativas para la Propulsión del Buque [pg.64]
- 8. Eficiencia Energética Mediante Mejoras Técnicas y Operacionales [pg.70]
- 9. Objetivo 0 Emisiones [pg.76]
- 10. Rutas Marítimas Polares [pg.78]
- Conclusiones [pg.80]
- Bibliografía [pg.82]

# 1. Introducción

*“¡Cómo se atreven!, durante mas de 30 años, la ciencia ha sido muy clara. ¿Cómo te atreves a seguir mirando hacia otro lado y venir aquí diciendo que estás haciendo suficiente, cuando la política y las soluciones necesarias aún no están a la vista?”*

El pasado año 2019, se celebraba la cumbre de acción climática de la ONU y la activista climática de 16 años Greta Thunberg, entre el enfado y el lamento, protagonizó uno de los momentos más destacados del año, dirigiéndose a los líderes mundiales con un claro mensaje: Debemos tomar medidas contra el cambio climático antes de que sea demasiado tarde.

A pesar del dramatismo de aquel acto, que generó todo tipo de opiniones, se observaba una gran verdad. Una verdad que la comunidad científica venía estudiando y evidenciando los últimos años: La forma en la que vivimos y el modo en que producimos, además de tener fecha de caducidad, ya que depende de fuentes de energía no renovables, está causando graves daños al medio ambiente que, a falta de medidas al respecto, pueden llegar a ser fatales.

El cambio climático es una realidad. La preocupación por este fenómeno ha ido en aumento por la alta concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, por ello, desde las más altas instituciones internacionales y atendiendo a las exigencias, más que justificadas, de los grupos e instituciones que promueven la lucha contra la contaminación, se están tomando medidas para auspiciar un cambio en pos de un mundo más sostenible. Un cambio que, aunque a todos nos gustaría, no puede ser radical ni espontaneo ya que el mundo no puede detenerse, y existen limitaciones de todo tipo: económicas, sociales, tecnológicas..., necesidades ilimitadas, recursos limitados, qué dilema.

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó ya en septiembre de 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En ella se contienen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. El 13º de los objetivos acordados en esta agenda es el siguiente:

*“Tomar medidas contra el cambio climático y sus efectos”.*

La industria del Transporte Marítimo no es ajena a estos objetivos, es más, los ha hecho suyos. Esta industria está profundamente comprometida con el medio ambiente y, desde hace décadas, se han regulado, a través de convenios, leyes nacionales, supranacionales, y demás normativa en todo el mundo, aspectos en materia medioambiental. Durante los dos últimos años, a el mundo del *“Shipping”* se ha tenido que adaptar a cambios legislativos que han supuesto toda una revolución en la lucha contra las emisiones contaminantes y los gases de efecto invernadero, siendo un desafío que, hasta el momento, se está resolviendo con éxito, pero con mucho esfuerzo, debido al gran reto que representa.

La normativa emanada del Anexo VI del Convenio MARPOL, que entró en vigor el 1 de enero de este año y por la cual se limitaba el contenido máximo de azufre en los combustibles marinos, del 3,5% al 0,5%, una reducción del 86%, ha sido la primera prueba que esta industria ha conseguido superar, no sin dificultades, pero sí con gran éxito, demostrando una enorme capacidad de reacción y un sólido compromiso por seguir haciendo del transporte marítimo un transporte limpio y sostenible. Estas medidas vienen a combatir la polución producida por las llamadas emisiones contaminantes que producen efectos nocivos para la salud de las personas y el medio ambiente y, aunque relacionadas con la misión de hacer del transporte marítimo un modo de transporte más limpio, no contribuyen a la lucha contra el cambio climático, puesto que estas emisiones no son las causantes del efecto invernadero.

El próximo reto al que se enfrenta la industria del *“Shipping”* es precisamente objeto de este estudio y está directamente relacionado con la lucha contra el cambio climático: Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otras emisiones de efecto invernadero generadas por esta industria.

Entre las medidas que ya están en vigor para reducir estas emisiones observamos la siguientes:

- Desde 2013 los buques nuevos deben cumplir un valor máximo del índice de eficiencia energética (SEEMP), con las medidas que aplica para reducir el consumo de combustible y por tanto las emisiones de GEI. Gracias a estas medidas (EEDI y SEEMP), entre 2008 y 2018, las emisiones de CO2 por t· milla se redujeron más de un 30%.
- En abril de 2018, la OMI adoptó unos objetivos muy ambiciosos de reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) respecto de 2008: un 40% por tonelada · milla transportada en 2030 y un 50% en términos absolutos en 2050. Objetivos que se aplicarán al conjunto de la flota mundial, incluyendo no solo a buques nuevos sino también a los existentes. La OMI ha empezado ya los debates sobre las medidas a aplicar para conseguir alcanzar estos objetivos.

Cabe añadir que, como veremos, poner el punto de mira sobre un sector en particular carece de sentido ya que, la única forma de conseguir la eficacia perseguida por las medidas que se adopten es: entendiendo el problema en su conjunto. Trabajar abordando el problema desde una perspectiva holística, en la que intervengan los diferentes sectores industriales que son parte del problema, incluyendo la generación de energía desde su origen.

Durante esta lectura analizaremos cual es la repercusión real del transporte marítimo en el efecto invernadero, en comparación con las demás modalidades de transporte. Atenderemos a los pasos que deben darse para cumplir los objetivos fijados de cara al 2030, la legislación, las medidas que se tomarán a este respecto y el modo en el que los armadores y de más partes implicadas tendrán que hacerlas frente. Por último, estudiaremos las fuentes de energía alternativas y la posibilidad de la descarbonización del transporte marítimo. Con todo y con ello, demostraremos cómo el transporte marítimo lejos de ser un enemigo es más bien, el gran aliado de la lucha contra el cambio climático y parte de la solución al problema.

Esta investigación se ha realizado mediante fuentes de carácter documental como puedan ser sitios web de organismos oficiales como la ONU, OMI, AEE, la Comisión Europea, Anave, entre otros, así como fuentes bibliográficas, consulta de libros, artículos, estudios, revistas especializadas e informes.

## 2. Emisiones atmosféricas: Emisiones Contaminantes y de Efecto Invernadero

A efectos prácticos, es importante realizar una distinción entre las dos categorías fundamentales de emisiones a la atmósfera, distinguiendo entre: las emisiones de gases contaminantes y las emisiones de gases de efecto invernadero.

### 2.1 Emisiones de Gases Contaminantes

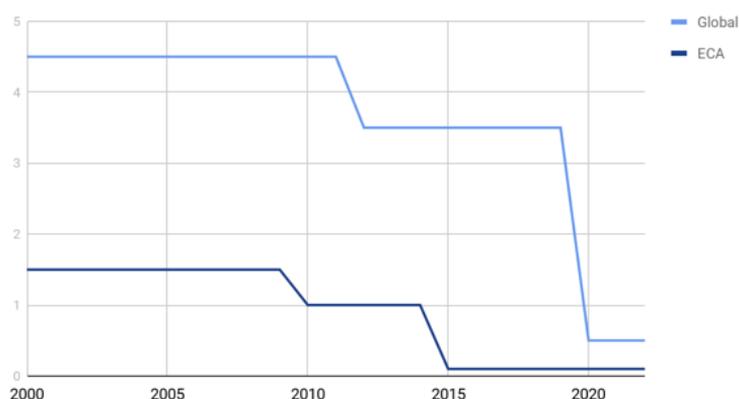
La primera categoría, las contaminantes, se refieren principalmente a óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), incluyendo también la materia particulada (PM). Sus efectos nocivos se producen relativamente cerca del lugar donde se produce la emisión, como mucho a unos cientos de kilómetros, y son fundamentalmente dos:

- -Efectos nocivos sobre el medio ambiente: Los óxidos de azufre y de Nitrógeno ascienden en la atmósfera y, combinados con el vapor de agua de las nubes forman ácidos, que vuelven a la superficie terrestre en forma de lluvias ácidas, generando daños en el medio ambiente. Los ecosistemas más afectados por este efecto son aquellos cuyos suelos son graníticos (ácidos), como son, por ejemplo, los de la mayoría de los países del norte de Europa. Estos efectos son menos acusados en suelos de naturaleza químicamente básica, alcalina, como es el caso de España, excluyendo algunas regiones del norte, debido a que este tipo de suelo neutraliza, en gran medida, las deposiciones ácidas atenuando sus efectos.
- -Sobre la salud pública: Producen efectos nocivos sobre las personas, especialmente sobre aquellas que padecen de enfermedades respiratorias y pulmonares. Existen estudios que relacionan las emisiones de azufre del transporte marítimo con la muerte de miles de

personas cada año en los países costeros. Pese que a estos estudios no están avalados por la mayoría de la comunidad científica, es indudable que este tipo de emisiones causan un grave perjuicio en la salud de las personas y por ello es importante reducirlas todo lo posible, principalmente cerca de los núcleos urbanos. Las emisiones de azufre son proporcionales al nivel de azufre en los combustibles.

Las reglas de la OMI para reducir las emisiones de óxidos de azufre entraron en vigor en 2005, en virtud del Anexo V del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, comúnmente conocido como Convenio MARPOL. Con la celebración del Convenio, se ha dado cobertura jurídica a la necesidad de endurecer los límites de los contenidos de óxidos de azufre.

Los controles de las emisiones de azufre se aplican a los equipos y dispositivos de combustión de todo tipo de fueloil, por tanto, incluye tanto a los motores principales como a los auxiliares, así como calderas y generadores de gas inerte. Estos controles se dividen entre los que se aplican en las zonas de control de las emisiones (ECA) y mediante la limitación del contenido máximo de azufre del fueloil. Estos límites permitidos han ido cambiando a lo largo de los años: 2005: el anexo VI limitó las emisiones al 4.5%, 2008: los requerimientos del anexo VI se endurecieron, 2010: aplicación de las regulaciones revisadas, 2012: bajada de las emisiones de azufre desde el 4.5% hasta el 3.5%, 2013: aplicación de los requerimientos de eficiencia energética.



Desde el pasado 1 de enero de 2020, el límite de contenido de azufre en el combustible usado a bordo de los buques que operan fuera de las zonas de control de emisiones designadas es de 0.50 % masa/masa. De esta forma, se reduce significativamente la cantidad de óxidos de azufre que emanan de los buques, suponiendo un gran avance en materia medioambiental, que se traduce en un gran beneficio, tanto para la salud como para el medio ambiente mundiales, especialmente, para las poblaciones que viven cerca de los puertos y costas.

Las Zonas ECA (Emission Control Areas) son zonas en donde existe un control sobre los gases emitidos por los buques que se encuentran en dichas zonas, dentro de ellas los buques deben cambiar el tipo de combustible usado en las maquinas principal y auxiliares, a uno que posea un bajo contenido de azufre.

Las zonas ECA actuales incluyen el Mar Báltico, el Mar del Norte, distintas áreas costeras de los Estados Unidos y Canadá y el Mar Caribe de los Estados Unidos.

Para los próximos años, se prevé la ampliación y creación de nuevas zonas ECA.

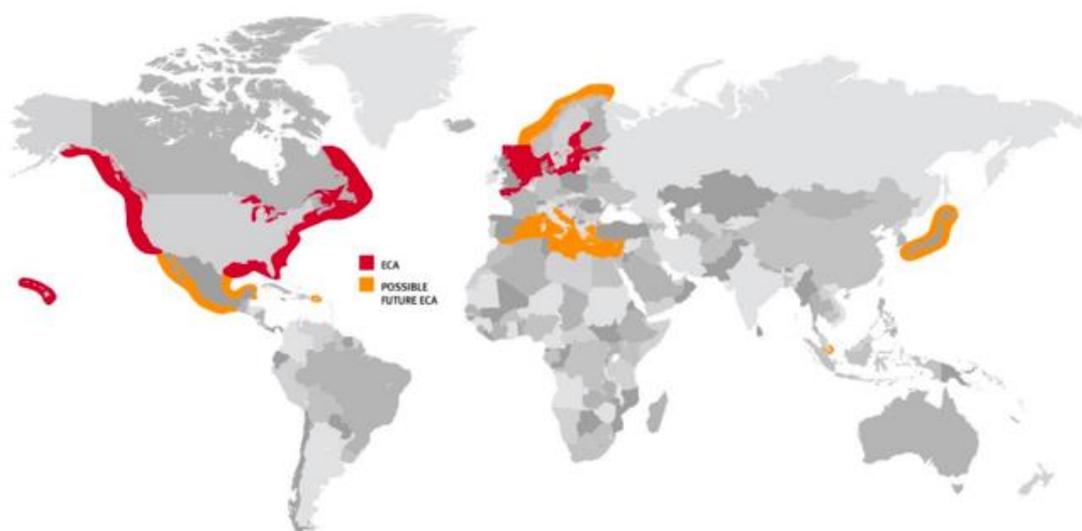


Imagen: DuPont

## 2.2 Emisiones de Gas Efecto Invernadero

La segunda categoría, son las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), que son las que interesan en cuanto al objeto de estudio. Estas se componen de gases atmosféricos que absorben y emiten radiación dentro de un rango infrarrojo. Este proceso es la causa fundamental del efecto invernadero<sup>1</sup>.

Las GEI se componen de vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y Ozono. Estos gases son los responsables del calentamiento global de la tierra, ya que potencian el efecto invernadero, se ha llegado a calcular que, si no existiesen, la temperatura media en la tierra se situaría en torno a los -18°C, en lugar los 15°C que hay de media actualmente.

Estas emisiones son naturales, ya que existen en la atmosfera desde antes de que existiera humanidad, no obstante, desde la revolución industrial, cuando comienza el uso extensivo y masivo de combustibles fósiles, el hombre ha sido causante de elevar las cantidades de óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono emitidas a la atmósfera. Es decir, existen evidencias que señalan que estas emisiones están aumentando, ello se debe, en gran medida, a razones antropogénicas, toda vez que no son naturales y sí consecuencia de las actividades que realiza el hombre.

Este aumento de las (GEI), está provocando la paulatina elevación de las temperaturas del planeta, lo que se denomina calentamiento global, que, a su vez, genera junto con otros factores, el cambio climático.

Actualmente la dependencia de la industria a los combustibles fósiles es casi absoluta, estamos ante una etapa de transición ecológica, pero aun no existe la tecnología, las infraestructuras ni, en definitiva, la capacidad real para cubrir la energía generada por los combustibles fósiles, por otro lado, se están empezando a dar los primeros pasos dirigidos a una producción y utilización de energía más limpia.

Las emisiones GEI del transporte marítimo están directamente relacionadas con el consumo de combustible. En España el sector del transporte representa el 25% de las emisiones totales de GEI, pero es la carretera la modalidad de transporte que tiene mayor un impacto en este sentido, representando casi el 95% del total de emisiones del sector.

Sirvan estas pinceladas como notas características de las GEI, sin obstar a su estudio en mayor profundidad, que será hondamente abordado en el siguiente capítulo.

### **2.3. Efecto Cruzado**

Habiendo dejado clara la distinción entre las dos categorías fundamentales de emisiones, contaminantes y de efecto invernadero, debemos advertir de que existen efectos cruzados entre ambos problemas.

Como se ha mencionado, para reducir las emisiones de azufre, la mejor opción es utilizar combustibles de bajo contenido en azufre, el problema es que, para obtener niveles más bajos de azufre, este debe de ser eliminado a través de procesos que consumen mucha energía (destilación, hidrosulfuración...) y, por tanto, producen mucho dióxido de carbono en las refinerías.

Por otro lado, las emisiones de óxido de nitrógeno de los motores diésel aumentan con las revoluciones del motor y con la temperatura en el interior de los cilindros. Si para reducir estas emisiones se opta por limitar las revoluciones o la temperatura, el rendimiento del motor disminuye, lo que provoca que, para la misma distancia navegada, haga falta una mayor cantidad de combustible, con el aumento de las emisiones de dióxido de carbono que ello conlleva.

De la misma manera que, si, por ejemplo, las medidas llevadas a cabo suponen un aumento del precio del transporte marítimo, que puede derivar en que muchos transportistas opten por la modalidad terrestre o aérea para realizar su actividad en aquellas rutas donde sea una alternativa menos costosa. El

aumento del uso de estos medios de transporte puede a su vez, suponer un aumento en términos totales o absolutos, de las emisiones producidas.

Por todo ello, y como ya hemos adelantado, es importante enfocar esta problemática de forma holística, analizar el problema en su conjunto, siendo conscientes de que las medidas que se adopten pueden tener efectos secundarios o indirectos, adversos en muchos casos, que pueden convertirse en un problema más que en una solución.

### 3. Causas y Consecuencias del Cambio Climático

El calentamiento global es el aumento paulatino de la temperatura media del sistema climático de nuestro planeta. Es el principal fenómeno por el que se está produciendo el cambio climático, evidenciado por la medición directa de la temperatura y sus efectos.

Comúnmente se utilizan los términos calentamiento global y cambio climático indistintamente, pero se ha de precisar que, el calentamiento global se refiere exclusivamente al aumento de las temperaturas en la tierra, consecuencia directa de la actividad humana. El cambio climático abarca tanto el calentamiento global como sus efectos en el clima, con todo lo que ello conlleva.

Como se ha adelantado, los cambios climáticos han sido la tónica general de nuestro planeta a lo largo de su existencia, que ha experimentado etapas de temperaturas glaciales, otras con temperaturas más elevadas, de extrema sequía, etc. Estos cambios se producen de forma natural, no obstante, los cambios observados desde mitades del siglo XX no tienen precedente. En 2013, el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), determinó que es altamente probable que la influencia humana haya sido la principal causante del calentamiento de las temperaturas observado desde mediados del siglo XX.

La emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, de nitrógeno y el metano, son la causa que, siendo producto de la actividad humana, más ha afectado al sobrecalentamiento del globo. Proyecciones en el AR5, antes mencionado, determinan que durante el presente siglo la temperatura de la superficie terrestre aumentará en 1,7°C para su escenario más favorable y de 2,6°C a 4,8°C en el peor de los casos. Estas conclusiones que se derivan del estudio son aceptadas por la mayor parte de la comunidad científica, y no han sido puestas en cuestión por ningún órgano de estudios científicos de prestigio.

Este sobrecalentamiento está estrechamente relacionado con la actividad humana, que necesita producir y consumir energía, lo que genera emisiones GEI que potencian el efecto invernadero de nuestro planeta.

### 3.1 El Efecto Invernadero

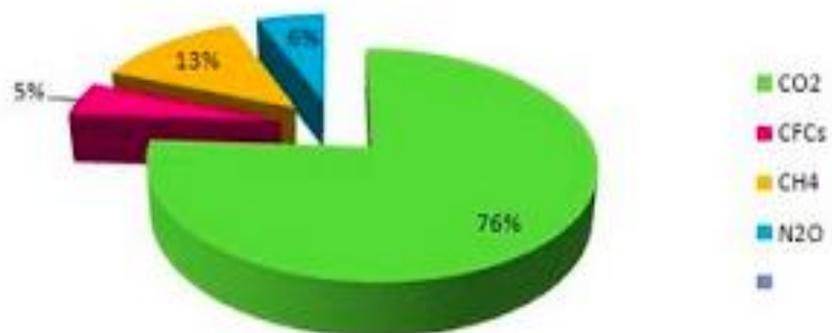
El efecto invernadero es un proceso en el que la radiación térmica emitida por la tierra y los océanos del planeta es absorbida por los gases de efecto invernadero atmosféricos y es irradiada en todas las direcciones. Parte de esta radiación es devuelta hacia la superficie terrestre y hacia la atmósfera interior, lo que incrementa la temperatura terrestre. Este efecto hace que la temperatura promedio sea superior a la que habría en ausencia de GEI.

Lo cierto es que este efecto, el efecto invernadero natural, permite la vida tal y como la conocemos, siendo una de las características de nuestra atmósfera que la hacen posible.

Los Gases de Efecto Invernadero, contribuyen de distinta manera y en mayor o menor medida en este fenómeno:

- El vapor de agua (H<sub>2</sub>O): Es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua en estado líquido, o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos. Su concentración viene determinada por el sistema climático y no se ve afectado por fuentes de origen antropogénico. No está incluidos en los inventarios de gases de efecto invernadero.
- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>): Es un gas cuyas moléculas se componen por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Este gas como ya se ha indicado, es el segundo compuesto que más contribuye al efecto invernadero, el que más de los producidos por la actividad humana. Proviene de fuentes

naturales como: océanos, incendios, la respiración de los seres vivos, la descomposición de la materia orgánica; y de fuentes antropogénicas como: la utilización de combustibles fósiles, procesos industriales, generación de energía, deforestación.... Se estima que, una vez liberados, su presencia en la atmosfera se extiende durante más 100 años. Actualmente el 76% de las emisiones totales de GEI antropogénicas son de CO<sub>2</sub>, como se muestra en el gráfico:



- Metano (CH<sub>4</sub>): Siendo el tercer GEI más importante, tiene sus fuentes naturales en: la descomposición de los residuos orgánicos por bacterias, digestión anaeróbica de la biomasa (especialmente la generada en los pantanos), procesos de digestión y defecación de los animales, entre otros. El 60% de las emisiones es de origen antropogénico. Procede principalmente de actividades agrícolas y otras actividades humanas como la extracción de combustibles fósiles. La concentración de este gas en la atmósfera se ha incrementado de 0,8 a 1,7 ppm, y se teme que siga en aumento a medida que se libere el que se encuentra almacenado en el fondo del ártico, a consecuencia del aumento de la temperatura de los océanos. Permanece en la atmósfera unos 11 años y tiene un potencial de calentamiento global de 23. Esto quiere decir que en una medida de tiempo de 100 años, cada kg de CH<sub>4</sub>, calienta la

Tierra 23 veces más que la misma masa de CO<sub>2</sub>, sin embargo, en la atmósfera hay aproximadamente 220 veces más de dióxido de carbono que de metano, por lo que éste último contribuye en menor medida al efecto invernadero<sup>1</sup>.

- El óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O): Conocido como el gas de la risa, el N<sub>2</sub>O se genera por la termólisis controlada del nitrato de amonio o por reacción de amoniaco con ácido nítrico. Hay que controlar bien las condiciones de esta reacción porque existe el peligro de explosión. El óxido de nitrógeno se forma también en condiciones anaeróbicas a partir de abonos minerales en el suelo. Es un gas que contribuye al efecto invernadero y tiene una permanencia media de 100 años en la atmósfera. Actualmente se atribuye el 5 % del efecto invernadero artificial a este gas. Además, ataca la capa de ozono, reduciendo el ozono a oxígeno molecular y liberando dos moléculas de monóxido de nitrógeno<sup>2</sup>.
- Ozono: El O<sub>3</sub> troposférico es un contaminante secundario, se forma en presencia de la luz del Sol a partir de las emisiones de otros gases. La mayor fuente de Ozono son las ciudades, debido al tráfico automovilístico. Este compuesto absorbe las radiaciones infrarrojas y ultravioletas, por ello el ozono estratosférico (presente en las capas altas de la atmósfera) es beneficioso, ya que nos protege de los rayos UV, en cambio, cuando se concentra en las capas bajas de la atmósfera (troposférico) absorbe la radiación infrarroja procedente de la superficie contribuyendo al efecto invernadero.

---

<sup>1</sup> IPCC Third Assessment Report, archive Wayback Machine, marzo de 2007.

<sup>2</sup> Thompson, R.L., Lassaletta, L., Patra, P.K. et al. Acceleration of global N<sub>2</sub>O emissions seen from two decades of atmospheric inversion.

- Clorofluorocarbonos (CFCs): Son cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados, obtenidos principalmente mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor o cloro. Son gases artificiales, por lo que sus las emisiones generadas en su producción y uso son únicamente antropogénicas. Su concentración en la atmósfera es baja, pero además de contribuir al efecto invernadero, causan la destrucción de la capa de ozono estratosférico. Se utiliza en sistemas de aire acondicionado y refrigeración, extintores antiincendios, aerosoles, etc.
- Existen otros gases que contribuyen al efecto invernadero, pero cuya trascendencia es menor en cuanto al objeto de estudio es menor.

<b>Descripción del Gas</b>	<b>Formula molecular</b>
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>
Metano	CH <sub>4</sub>
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O
Hidrofluorocarbonos	HFC
Perfluorocarbonos	PFC
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>

### 3.2 Balance energético de la Tierra

En la atmósfera, el mantenimiento del equilibrio entre la recepción de la radiación solar y la emisión de radiación solar infrarroja devuelve aproximadamente, la misma energía que recibe del Sol. A este fenómeno se le denomina balance energético, y define la temperatura media del planeta.

El sistema climático, tiende a un equilibrio donde la radiación solar que entra en la atmósfera queda compensada por la radiación saliente. Este balance puede verse afectado por causas naturales o por causas antropogénicas, y en ambos casos supone un cambio de la temperatura equilibrio.

Estudios elaborados por el Centro Nacional de Investigación Atmosférica de los EE. UU (NCAR), revelan que la superficie de la Tierra recibe  $161 \text{ W/m}^2$  de radiación solar y  $333 \text{ W/m}^2$  de radiación infrarroja emitida por los gases de efecto invernadero de la atmósfera, haciendo un total de  $494 \text{ W/m}^2$ . La superficie de la Tierra emite un total de  $493 \text{ W/m}^2$  entre radiación térmica, calor latente y calor sensible ( $396+80+17$ ), supone una absorción neta de calor de  $0,9 \text{ W/m}^2$ , que en el presente está provocando el calentamiento de la Tierra. Diferentes mediciones de las últimas dos décadas indican que la Tierra está absorbiendo entre  $0,5$  y  $1 \text{ W/m}^2$  más que lo que emite al espacio.

### 3.3 Factor Humano: Emisiones GEI Antropogénicas

*«Desde el comienzo de la Revolución Industrial hace más de 200 años, las naciones desarrolladas han logrado una mayor prosperidad y mejores niveles de vida. Pero a lo largo de este período, nuestras actividades han llegado a afectar a nuestra atmósfera, los océanos, la geología, la química y la biodiversidad. Lo que ahora es evidente es que la emisión de gases de efecto invernadero, asociados con la industrialización y el fuerte crecimiento económico de una población mundial que ha aumentado más de seis veces en 200 años, está causando el calentamiento global a un ritmo que comenzó como significativo, se ha convertido en alarmante y es simplemente insostenible en el largo plazo».*<sup>3</sup>

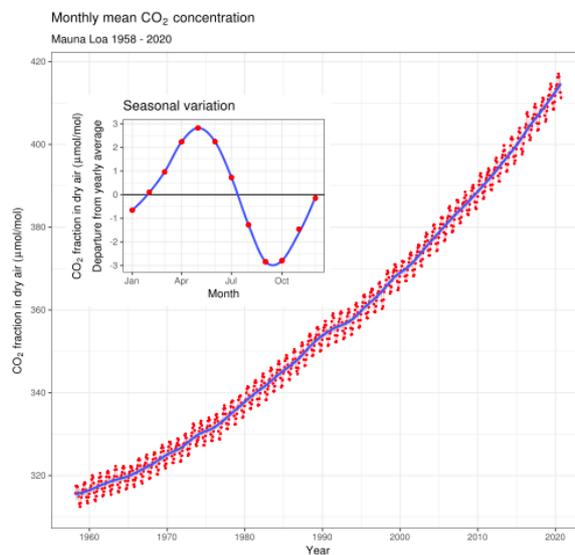
Como se viene reiterando, la actividad humana genera emisiones de GEI. Cada GEI tiene una influencia térmica distinta sobre el sistema climático global debido a sus diferentes propiedades radioactivas. El  $\text{CO}_2$  es, de lejos, el gas antropogénico de larga permanencia más importante, representando un porcentaje de en torno al 76% de las emisiones totales de GEI antropogénicas en los últimos años.

---

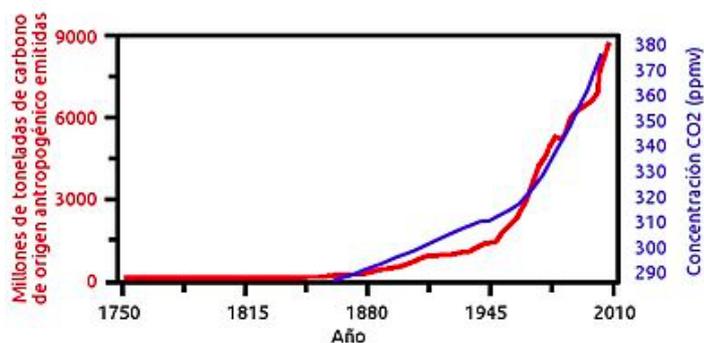
<sup>3</sup> Tony Blair (6 de mayo de 1953-), político británico y Primer Ministro del Reino Unido entre 1997 y 2007.

Además, el problema no es solo de magnitud sino también de crecimiento, las tasas de crecimiento son muy altas y en los últimos años el incremento anual se a disparado. Seamos conscientes de que la concentración de CO2 en la atmósfera, ha pasado de un valor de 290ppm antes de la revolución industrial a 416,21ppm en abril de 2020.

La llamada curva “Keeling”, muestra el crecimiento continuo de CO2 en la atmósfera desde 1958. En ella podemos observa una curva muy pronunciada que representa una evidente tendencia creciente:



En esta otra gráfica podemos observar la relación directa entre las emisiones de origen antropogénico emitidas y la concentración de CO2 en la atmósfera, así como analizar repercusión de la actividad humana a este respecto:



Por todo ello, podemos diferir que el factor humano es determinante en la cantidad de GEI que se liberan a la atmósfera, lo que produce el calentamiento del globo, potenciando el efecto invernadero y propiciando el cambio climático.

### 3.4 Consecuencias para las personas y el planeta.

Existiendo un consenso casi generalizado entre la comunidad científica, acerca del problema que supone el cambio climático, y la liberación masiva de emisiones GEI antropogénicas, podemos darlo por evidenciado, y proceder a analizar cuales son las consecuencias derivadas del mismo. La comunidad científica es tajante con una cuestión de vital importancia, el calentamiento atmosférico actual es inevitable, las emisiones vertidas durante los últimos años de industrialización han modificado el clima, y, no solo eso, sino que seguirán repercutiendo sobre el mismo durante varios cientos de años, aun en los escenarios en los que se consiguiera una importante reducción de emisiones GEI y se estabilizara su concentración en la atmósfera<sup>4</sup>.

El IPCC en su informe de 2007 manifestó lo siguiente: *«Hay un alto nivel de coincidencia y abundante evidencia respecto a que con las políticas actuales de mitigación de los efectos del cambio climático y con las prácticas de desarrollo sostenible que aquellas conllevan, las emisiones mundiales de GEI seguirán aumentando en los próximos decenios»*.

No por ello, debemos de tratar el problema como si sus consecuencias fuesen del todo inevitables, puesto que en nuestras manos está incrementar o reducir el impacto de nuestra actividad en las emisiones GEI, contribuyendo a aminorar la magnitud del peligro al que nos exponemos.

Los efectos del calentamiento global incluyen efectos ambientales, sociales, económicos y para la salud. Algunos ya están presentes, otros se

---

<sup>4</sup> El efecto invernadero y el Ciclo del Carbono Secretaría de la Convención sobre el Cambio Climático. Archivado en 2008.

esperan con más o menos grado de certeza, algunos son globales y otros locales, los hay reversibles e irreversibles, y, en su mayoría, son adversos.

A continuación, se exponen las 10 consecuencias más importantes del cambio climático:

1.- Temperaturas más cálidas: La acumulación de GEI, como ya hemos visto, hace que las temperaturas aumenten cada vez más y que los climas cambien. Esto provoca sequías, lo que implica la desertización del planeta y aumenta el riesgo de incendios, que conllevan a la deforestación de los bosques.

En 2012, los países del Sahel, en el norte de África, sufrieron una crisis alimentaria que afectó a 18 millones de personas, debido a la escasez de lluvias. El pasado año 2019, se produjo una nueva crisis en el Cuerno de África produciendo la muerte por inanición de millones de personas. Estas desgracias están potenciadas por las consecuencias derivadas del aumento de las temperaturas, y, a medida que se intensifiquen sus efectos, aumentará también su impacto sobre la vida de las personas y el entorno.

2.-Tormentas más intensas: Mayores temperaturas suponen lluvias menos frecuentes, pero más intensas, por tanto, el nivel de desastres naturales producidos por inundaciones irá en aumento.

3.-Propagación de enfermedades: Una variación de la temperatura, puede hacer que la zona templada del planeta se convierta en un escenario acogedor para la propagación de determinadas enfermedades. Se prevé que, de continuar el aumento de las temperaturas puede precipitar casos de Dengue, mal de Changas y otras enfermedades desaparecidas en los países desarrollados y que nunca han existido en zonas frías.

Como vemos este hecho afecta también a los países en desarrollo. Según un estudio realizado por científicos de las universidades de Denver y Michigan sobre casos de malaria en Colombia y Etiopía, el calentamiento global incrementa el peligro de contagiarse de esta enfermedad en latitudes cada vez más altas. Otro dato revelador del estudio es que afirma que el aumento en un solo grado de la temperatura ambiente media tiene como consecuencia el desarrollo de 3 millones de casos de malaria más en Etiopía en pacientes de menos de 15 años.

Además, la elevación de las temperaturas en determinadas zonas conlleva a que de determinadas clases de insectos encuentren un clima acogedor en lugares en los que anteriormente no podían subsistir debido al clima, como determinados tipos de mosquitos o garrapatas, propagadores de enfermedades de transmisión sanguínea.

4.-Olas de calor más fuertes: La quema acelerada de combustibles fósiles agotables ha afectado intensamente en el Polo Norte, lo que provoca que hoy esté mucho más caliente que hace cincuenta años. Esto genera tanto la frecuencia como la intensidad de las olas de calor se potencie en cuanto a, frecuencia e intensidad, entrañando riesgos sobre la salud y la vida de miles de personas.

5.-Derretimiento de los glaciales: Océanos con temperaturas más elevadas son océanos que derriten el hielo de los casquetes polares, la consecuencia del deshielo es el aumento del nivel del mar. Los efectos, de alcance global, incluirán cambios sustanciales en la disponibilidad de agua para beber y para riego, cambios en los patrones de circulación del agua en los océanos, y la amenaza a la supervivencia de especies de flora y fauna que sobreviven en dichos ecosistemas, sin mencionar por descontado, la desaparición de tierra firme en las costas e islas a lo ancho y largo del mundo.

6.- Huracanes más peligrosos: Los huracanes son el medio que tiene el planeta para repartir el exceso de calor de zonas cálidas a las zonas más frías. Esto significa que la mayor temperatura, incrementa el número de huracanes, con todos los problemas que llevan aparejados: destrucción de viviendas, cultivos... El 2017 fue el año con más huracanes registrados en 30 años según la NOAA (Centro Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de EE. UU), también ha señalado que, estos, cada vez presentan más fuerza y tienen una duración más prolongada. De relevancia es el caso del huracán Irma, por el cual se valoró la posibilidad de crear una nueva categoría por encima de “catastrófico”, debido a la sorprendente intensidad y potencia destructiva del mismo. Esa especial intensidad se relaciona con las temperaturas cada vez más altas del Atlántico, que propician huracanes cuya fuerza no se había visto con anterioridad.

7.-Cambio en los ecosistemas: Todos estos efectos, como el decrecimiento de las precipitaciones, las sequías y las inundaciones, hacen que el clima se adapte a esta nueva climatología produciéndose cambios en la duración de las estaciones.

8.-Desaparición de especies animales: Ante los cambios climáticos producidos en determinadas zonas, muchas especies animales están viéndose perjudicadas debido a su incapacidad para adaptarse. Por ejemplo, los osos polares están muriendo ahogados ya que no pueden alcanzar los hielos flotantes y, las aves migratorias están perdiendo la capacidad de emigrar porque no pueden seguir los flujos de temperatura a las que están habituadas.

9.-Aumento del nivel del mar: Consecuencia directa del deshielo de los casquetes polares antes mencionado, es una de las más graves ya que muchas islas podrían directamente desaparecer en un

futuro y la distancia de las costas en la mayoría de los países se reducirá de forma significativa.

10.-Alimentos más caros: El cambio climático pone en peligro la producción de alimentos tan básicos como el trigo, lo que compromete un gran riesgo para cientos de miles de personas cuya vida depende de sus cultivos. Además, en virtud de las leyes más esenciales de la economía, si los cultivos escasean, los precios se disparan, oferta y demanda. Esto tiene un impacto en todas las personas, pero en los países menos desarrollados, con más dificultades, que presentan índices muy altos de pobreza, las consecuencias pueden ser fatales. Esta falta de alimento en la vida cotidiana de las personas puede derivar en guerras, así como acrecentar el problema de la inmigración masiva, puesto que, pueblos enteros necesitan buscar nuevos destinos donde encontrar alimento.

El transporte marítimo como actividad indispensable para el desarrollo del comercio internacional, contribuye a la generación de emisiones GEI, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles para la generación de la energía requerida para su propulsión.

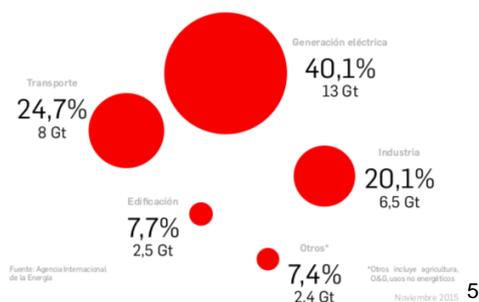
## 4. Influencia del Transporte Marítimo en el Cambio Climático

Llegados a este punto, procede analizar cual es la relación entre el cambio climático y el transporte marítimo. Lo primero que se debe mencionar es que, la emisión de CO<sub>2</sub> producida por los buques, se debe principalmente a la combustión de combustibles fósiles, de la cual se obtiene la energía necesaria para desarrollar la actividad. Las cantidades que se emiten de estos gases dependen, entre otras cuestiones, del tamaño y el diseño del buque, de qué tipo de motor utiliza, de la composición del combustible que consume, etc.

De acuerdo con la Organización Marítima Internacional (OMI) el transporte marítimo es responsable de aproximadamente 950 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa el 2,6% de las emisiones globales.

Se puede afirmar, por tanto, que el transporte marítimo contribuye al cambio climático, ya que es generador de emisiones GEI en especial de CO<sub>2</sub>, pero ¿cual es realmente su relevancia en términos absolutos?

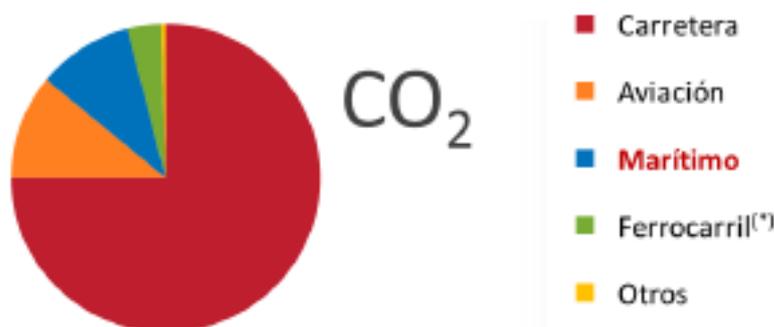
La generación de energía eléctrica y calor es la actividad humana que más contribuye al problema, siendo la que más emisiones GEI genera en el desarrollo su actividad. Según la Agencia de la Energía, (IEA, por sus siglas en inglés), el sector de la generación eléctrica es responsable del 40,1% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub>, seguido por el sector del transporte, cuya aportación es del 24,7%.



<sup>5</sup> Datos: IEA 2015. Fuente: [www.cepsa.com](http://www.cepsa.com)

Como vemos el transporte es una de las fuentes principales de CO<sub>2</sub>, abarcando ¼ de las emisiones totales y quedando en segundo lugar, solo precedido por el sector de la generación energética.

Dentro del sector transportes, el transporte por carretera es el que más contribuye a las emisiones absolutas de CO<sub>2</sub>.



6

Se quiere resaltar este hecho, ya que las emisiones generadas por el transporte marítimo, en comparación con el resto de las modalidades de transporte son relativamente bajas, más teniendo en cuenta que, el 90% del comercio internacional de mercancías se mueve por mar. Esto quiere decir que se atiende a las emisiones específicas o unitarias (en gramos/t-km transportada) a la atmósfera de GEI de las distintas modalidades de transporte, se aprecia, que el avión es, de lejos, el modo de transporte que más emisiones genera. Ello quiere decir, que, en términos relativos, teniendo en cuenta la capacidad transportada y la distancia recorrida, el barco es el medio de transporte más eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Por ejemplo, las emisiones resultantes del transporte por ferrocarril podrían ser de 3 a 4 veces superiores a las de los buques cisterna, las del transporte por carretera y aéreo hasta 150 veces superiores. De la misma manera, en lo que se refiere al consumo de combustible (kilovatios (kW)/tonelada/km), se estima que, por ejemplo, un portacontenedores (3.700 unidades equivalentes a 20 pies (TEU), consume como promedio 77 veces menos energía que un avión de carga (Boeing 747-400), alrededor de 7

---

<sup>6</sup> Las emisiones a la atmósfera del transporte marítimo y su regulación, Elena Seco y Manuel Carlier.

veces menos que un camión de carga pesada y unas 3 veces menos que el ferrocarril.<sup>7</sup>



De lo anterior se desprende que el mayor uso del transporte marítimo, también en el marco del transporte multimodal y mediante el cambio modal, puede generar ciertos beneficios en lo que se refiere a la eficiencia de CO2 y de energía. Sin embargo, no es probable que el transporte marítimo internacional ofrezca siempre una alternativa viable a otros modos más contaminantes. Puesto que se utilizan diferentes modos para transportar diferentes tipos de mercancías a distancias variables, un cambio modal podría ser una opción, pero sólo para segmentos de mercado específicos (por ejemplo, el transporte marítimo de corta distancia en Europa). También se sostiene que probablemente sea más eficaz mejorar las prácticas ambientales de cada modo de transporte en vez de recurrir a un cambio modal. Sin embargo, si el cambio al transporte marítimo es técnicamente factible y económicamente viable, sería importante crear un clima de políticas gubernamentales que propicie un cambio modal específico y bien concebido.

Sirvan estos datos, no pretendiendo decir que las emisiones generadas por el transporte marítimo no son preocupantes o que no se deben tomar medidas al respecto, ya que analizadas en términos totales resultan ser muy importantes, sino más bien, ahondando en la idea de que éste es un problema en el que

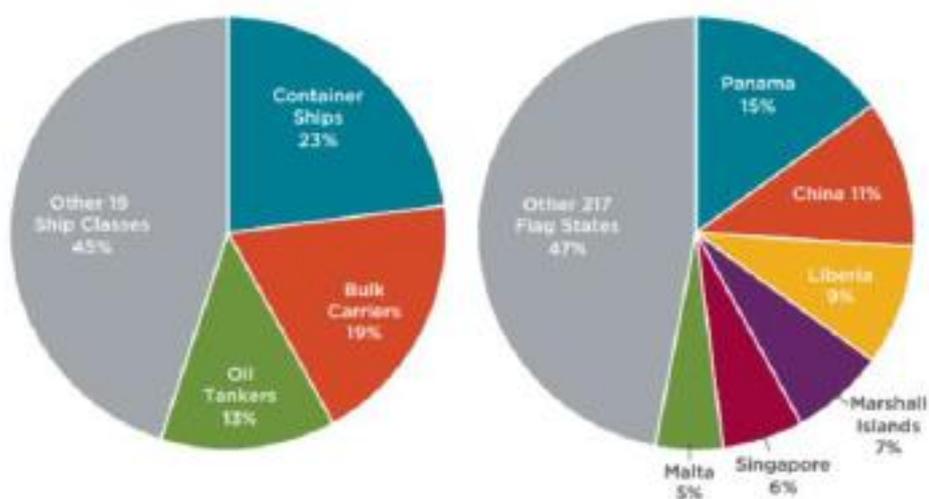
<sup>7</sup> Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, TD/B/C. I/MEM.1/2 9 diciembre.

<sup>8</sup> International Chamber of Shipping: Delivering CO2 Emissions Reductions PDF (pg5).

intervienen multitud de factores y que debe tratarse de manera conjunta para evitar el efecto cruzado, ya mencionado.

La realidad es que las emisiones totales del transporte marítimo son superiores a las generadas por la gran mayoría de países del mundo, si fueran un país, este sería el séptimo en el ranking de emisiones.

Las emisiones provenientes de este sector están concentradas principalmente en los buques de gran tamaño: Los portacontenedores representan el 23%, los buques de carga seca el 19% y los tanqueros el 13%. Entre los tres grupos, representan el 84% de la flota mundial. En cuanto a las emisiones de GEI por pabellones, los datos no reflejan más que lo evidente, que es que las banderas que emiten más GEI son aquellas pertenecientes a países con mayores flotas registradas: Panamá 15%, China 11%, Liberia 9%, Islas Marshall 7%, seguidas de Singapur y Malta.



9

Es cierto que existen nuevas construcciones de buques que son más eficientes operativamente, pero pese a ello, la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> ha aumentado. Esto se debe a que el aumento de las distancias recorridas, por las particularidades de la demanda, tiene un efecto potenciador de emisiones

<sup>9</sup> ICCT, Study: Global shipping emissions rise as IMO meets to discuss climate action

que supera los efectos paliativos de las mejoras en eficiencia. Dicho de otro modo, las mejoras técnicas en los buques no bastan por si solas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de la flota mundial. Entre las medidas que más ayudarían a reducir las emisiones sin que ello implicara la restricción de la demanda, sería reduciendo el contenido de CO<sub>2</sub> en los combustibles.

Los buques portacontenedores y tanque han aumentado su velocidad de servicio y, por tanto, han conseguido recorrer mayores distancias en menos tiempo, lo que tiene una implicación directa con el consumo de combustible, que ha sido mayor, como mayores han sido las emisiones de CO<sub>2</sub>, incluso aunque ambas clases de buques hayan mejorado su eficiencia.

Por tanto, mientras la demanda siga en aumento, cosa que parece inevitable, obligando a que las flotas aumenten la velocidad para responder a las exigencias de esta, las emisiones totales de CO<sub>2</sub> derivadas del transporte marítimo seguirán aumentando.

La velocidad no es el único factor que interesa en este extremo, existen otros que también contribuyen al aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo, a en cuenta: la flota mundial está en aumento, se están incrementando el número de todo tipo de buques, el tamaño de los buques también es cada vez mayor (como veremos esto puede suponer una ventaja), las horas de operación han aumentado, especialmente en determinados sectores, los motores tienen mucha más potencia.

Por tanto, aunque el transporte marítimo se compara favorablemente con otros modos de transporte, tanto por su eficiencia d combustible como por sus emisiones GEI (por tonelada-kilómetro), su huella mundial de carbono seguramente continuará intensificándose debido a que depende en gran medida del petróleo para su propulsión y a que se prevé el crecimiento de la demanda mundial de servicios de transporte marítimo impulsada por el aumento de la población mundial y la expansión del comercio. Estudios demuestran que, si nos se toman medidas de reducción eficaces, las emisiones producidas por el transporte internacional se triplicarán para 2050.

## 5. Normativa internacional para la reducción de las Emisiones de CO<sub>2</sub>.

La regulación de los GEI por la OMI es más tardía que la prevista para los gases contaminantes. El primer paso importante se dio en el año 2000, con la publicación del primer estudio OMI sobre GEI procedentes del sector marítimo. Durante los años siguientes, se han publicado actualizaciones de este estudio, en 2009, en 2013, en 2019 y el último este mismo año 2020.

Para entender cómo se pueden reducir las GEI se debe de tener en cuenta que las emisiones generadas son proporcionales a la actividad de transporte, multiplicado por las emisiones unitarias.

Teniendo en cuenta esta proporción se atiende a tres vías fundamentales para reducir las emisiones:

- Reducir la actividad del transporte, es decir reducir las toneladas transportadas en el comercio internacional y la distancia media de los transportes. Como se ha mencionado con anterioridad, esta medida parece imposible, puesto que, hasta ahora hay un claro aumento de la actividad de transporte por mar, consecuencia de la globalización del comercio mundial y el aumento demográfico. Además, ¿quién puede restringir la demanda de productos, o las toneladas transportadas en un mercado libre?, lo que es seguro es que el propio sector del transporte marítimo no puede hacerlo, ya que su misión es la de atender a la demanda existente. Además, los modos de transporte alternativos contaminan más. Por ello, en principio esta vía queda descartada.
- Reducir las emisiones unitarias, esto se consigue aumentando la eficiencia energética del transporte marítimo. Esta vía es factible, siendo posible mediante medidas técnicas y operacionales. La OMI ya ha establecido medidas a este respecto, que se explicarán más

adelante en mayor profundidad. El problema es que llegar a los objetivos fijados para el sector parece inalcanzable a través de estas medidas.

- Compensar económicamente las emisiones mediante los llamados instrumentos de mercado, que consisten en la implantación de impuestos y la creación de un fondo, o comercio de emisiones. La OMI aun no ha adoptado medidas en este terreno. Los avances han sido muy lentos debido a que los países “emergentes”, China, Sudán, Sudáfrica, Brasil, se han opuesto continuamente a cualquier medida en este campo, ya que entienden que su implantación podría tener repercusiones negativas en sus economías retrasando su crecimiento. Realmente estas negociaciones están estrechamente relacionadas con las globales que vienen teniendo lugar en el seno de la Convención Marco de la ONU sobre Cambio Climático (UN-FCCC) para sustituir el protocolo de Kyoto de 1997, donde los países antes mencionados mostraron reticencias durante mucho tiempo hasta alcanzar el acuerdo de París en el COP 21, en diciembre de 2015.

Estas medidas se irán analizando a lo largo de este estudio, pero antes, habiéndose mencionado, procede explicar qué son y en qué consistieron tanto la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992, el protocolo de Kyoto, y el acuerdo de París, para entender los antecedentes de hecho y situar la problemática en su contexto:

Convención de N.U. sobre el Cambio Climático de 1992:

Con sus 192 Estados parte, la Convención Marco establece una estructura general para la acción internacional de lucha contra el cambio climático. La Convención impone a los países desarrollados carga mayor de reducción de las emisiones de GEI con arreglo al principio de las "responsabilidades comunes pero

diferenciadas". Mientras que los países en desarrollo no estaban obligados a alcanzar ninguna meta específica de reducción de las emisiones, los países desarrollados tenían que reducir para el año 2000 sus emisiones de GEI a los niveles de 1990. También tenían que promover y facilitar la transferencia de tecnologías inocuas para el clima a los países en desarrollo y a los países con economías en transición.

#### Protocolo de Kyoto de 1997:

El Protocolo de Kyoto de 1997 reforzó muchos de los compromisos contraídos con arreglo a la Convención Marco. Mientras ésta alienta a los países desarrollados a estabilizar las emisiones de GEI, el Protocolo de Kyoto fija compromisos específicos, vinculantes para 37 países desarrollados en el periodo 2008 a 2012. Estos países tienen que reducir sus emisiones de GEI a un nivel inferior en un 5% aproximadamente al de 1990, entre otras cosas, mediante los mecanismos de reducción de las emisiones de manera rentable, disponibles en el marco del Protocolo: el mecanismo para un desarrollo limpio, la aplicación conjunta y el comercio de los derechos de emisión mediante un sistema de límites máximos y comercio. También se celebraron negociaciones en el marco del Protocolo de Kyoto para fijar nuevos objetivos de reducción de las emisiones aplicables a los países desarrollados en 2009, analizar la eficacia de los medios disponibles para lograr esos objetivos y poner en marcha el Fondo de Adaptación del Protocolo.

#### Acuerdo de París:

El Acuerdo de París establece un marco global para evitar un cambio climático peligroso manteniendo el calentamiento global muy por debajo de los 2 °C y prosiguiendo los esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. También aspira a reforzar la capacidad de los

países para hacer frente a los efectos del cambio climático y apoyarlos en sus esfuerzos.

El Acuerdo de París es el primer acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático, adoptado en la Conferencia sobre el Clima de París (COP21) en diciembre de 2015.

La UE y sus Estados miembros se encuentran entre las cerca de 190 Partes del Acuerdo de París. La UE ratificó formalmente el Acuerdo el 5 de octubre de 2016, lo que permitió que entrara en vigor el 4 de noviembre de 2016. Para que el Acuerdo entrara en vigor, al menos 55 países que representasen como mínimo el 55% de las emisiones mundiales debían depositar sus instrumentos de ratificación.

Aunque el transporte marítimo no está incluido directamente en el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, la OMI, ya en 2018, a través de sus estados miembros dio un paso crucial para limitar el impacto del transporte marítimo en el clima. Durante una sesión histórica del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC, por sus siglas en inglés) de la OMI, celebrada en Londres, sus 173 Estados miembros adoptaron una estrategia inicial para reducir las emisiones de carbono del transporte marítimo en al menos 50% para 2050 en comparación con los niveles de 2008. Las naciones acordaron asimismo esforzarse para reducir totalmente las emisiones y así, tener en cuenta los objetivos del Acuerdo de París sobre el cambio climático. Algunos de los elementos clave acordados por los gobiernos de los diferentes países en estos acuerdos, son los siguientes<sup>10</sup>:

#### 1-Mitigación: reducir las emisiones

---

<sup>10</sup> Ec.europa.eu, Web oficial de la UE.

- El objetivo a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales.
- Limitar el aumento a 1,5 °C, lo que reducirá considerablemente los riesgos y el impacto del cambio climático.
- Que las emisiones globales alcancen su nivel máximo cuanto antes, si bien reconocen que en los países en desarrollo el proceso será más largo.
- Realizar posteriormente reducciones rápidas de acuerdo con los mejores conocimientos científicos disponibles, para lograr un equilibrio entre las emisiones y las absorciones en la segunda mitad del siglo.

## 2- Transparencia y balance global

- Reunirse cada cinco años para evaluar el progreso colectivo hacia los objetivos a largo plazo e informar a las Partes sobre la actualización y mejora de sus contribuciones determinadas a nivel nacional.
- Informar a los demás Gobiernos y a la ciudadanía sobre sus avances en la aplicación de las medidas de acción por el clima.
- Evaluar los avances hacia el cumplimiento de sus compromisos en virtud del Acuerdo mediante un sólido mecanismo de transparencia y rendición de cuentas.

## 3-Adaptación

- Reforzar la capacidad de las sociedades para afrontar las consecuencias del cambio climático.
- Ofrecer a los países en desarrollo una ayuda internacional a la adaptación mejor y más constante.

#### 4- Daños y perjuicios

- Reconoce la importancia de evitar, reducir al mínimo y atender a los daños y perjuicios debidos a los efectos adversos del cambio climático
- Admite la necesidad de cooperar y mejorar la comprensión, actuación y apoyo en diferentes campos: sistemas de alerta temprana, preparación para emergencias y seguro contra los riesgos.

### 5.1 Regulación de la Organización Marítima Internacional

La Estrategia inicial de la OMI sobre los GEI, adoptada en 2018, establece objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de GEI de los buques de aquí a 2050, en comparación con 2008, y reducir la intensidad de carbono del transporte marítimo internacional en un 40% de aquí a 2030 en comparación con 2008. La estrategia enumera una serie de posibles medidas que también podrían considerarse para reducir aún más las emisiones y ayudar a alcanzar los objetivos de la Estrategia, en particular la reducción del 40% de la intensidad de carbono del transporte marítimo para 2030. Las medidas a corto plazo podrían ser finalizadas y acordadas por el Comité entre 2018 y 2023, aunque se hay interés en una aplicación temprana, se debería dar prioridad a la elaboración de posibles medidas con miras a lograr una mayor reducción de las emisiones de GEI procedentes del transporte marítimo internacional antes de 2023. Las fechas de entrada en vigor y el momento en que las medidas puedan empezar a reducir de manera eficaz las emisiones de GEI se definirán para cada medida individualmente. Se ha aprobado un procedimiento para evaluar el impacto de cada medida en los Estados.

Las medidas ya en funcionamiento de carácter obligatorio para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques, en virtud de lo establecido en el Convenio MARPOL son: el índice de eficiencia

energética de proyecto (EEDI), de carácter obligatorio para los buques nuevos, el Plan de gestión de la eficiencia energética del buque (SEEMP), y desde hace menos tiempo se aplica un Sistema de recopilación de datos sobre consumo de combustible (Data Collection system, DCS).

El EEDI (Energy Efficiency Desing Index) es un índice que indica la eficiencia energética de un barco calculada para una condición operacional de referencia específica del buque. Los buques de GT superior a 400, cuyo contrato de construcción se ha firmado a partir del 1 de enero de 2013, o se ha entregado a partir del 1 de julio de 2015, debe de calcular su EEDI, que deberá ser menor que un valor de referencia prescrito para cada tipo de buque por la OMI y que se irá revisando progresivamente a la baja, con arreglo a un calendario ya aprobado.

Por tanto, el EEDI es un estándar técnico basado en objetivos que se aplica a buques de nueva construcción. Su formulación teórica parece sencilla: Es el resultado de dividir las emisiones de CO2 entre la capacidad de transporte, esto significa que, pretende representar un coeficiente que relaciona el “coste medio ambiental” y el “beneficio para la sociedad”; Nada más lejos de la realidad, su formulación se ha ido complicando con la inclusión de términos de corrección por diversos aspectos. La fórmula es realmente compleja, que tiene en cuenta los tipos de buques, su tamaño, la tecnología de propulsión que utiliza, su combustible, incluso servicios complementarios a los del transporte, como pueda ser el aire acondicionado.

$$\frac{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{ME} P_{ME(i)} \cdot CF_{ME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*)}{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \cdot \sum_{i=1}^{ME} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{ME} f_{off(i)} \cdot P_{AE(off(i))} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}} - \left( \sum_{i=1}^{ME} f_{off(i)} \cdot P_{off(i)} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^{**} \right)}$$

$f_1 \cdot f_2 \cdot Capacity \cdot f_u \cdot V_{ref}$   
 Ship's work in normal operating condition

$f$	Correction factors
CF	CO <sub>2</sub> emission coefficient
SFC	Specific fuel consumption
"AE"	Subscripts for auxiliary engines
"ME"	Subscripts for main engine(s)

<sup>11</sup> Bureau Veritas. PDF, EEDI.

Como vemos en la imagen destacan cinco factores fundamentales: El motor principal y la energía, necesarios para la propulsión del buque. Los requisitos de potencia auxiliar del buque. Los dispositivos de generación de energía eléctrica innovador a bordo, así como la electricidad de recuperación de calor residual o energía solar. Esto en cuanto a los cuatro términos del nominador. El denominador de la fórmula representa la capacidad y velocidad del barco, de los que se obtiene en “valor de trabajo de transporte”

La exigencia que se le exige a un buque pequeño, en cuanto al resultado de emisiones obtenido, es menor, al que al que se exige a los grandes buques graneleros y petroleros, que generan unas emisiones muy reducidas con relación a su capacidad de transporte. Ello no debe conducir a pensar que todos los transportes deberían ser realizados por buques de mayor tamaño puesto que la realidad lo impide, los tamaños de las partidas a transportar que se mueven en el mercado son relativamente pequeños.

El SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP) es un plan de gestión de eficiencia energética del buque. Todo buque debe de contar con SEEMP a bordo, desde el 1 de enero del 2013, en virtud de la entrada en vigor del reglamento 22, del Anexo VI de MARPOL para buques de más de 400 GT que operen a nivel internacional.

La finalidad de un SEEMP es establecer mecanismos para mejorar la eficiencia energética del buque durante su operación- El SEEMP debe ser específico para cada buque, puesto que cada uno de estos opera de muy distinta manera, bajo condiciones y circunstancias particulares, incluidas geográficas y comerciales.

Este plan consta de cuatro fases:

1-Planificación: Se incluye una Auditoría Energética que permita identificar posibles mejoras y las medidas a aplicar.

2-Implantación: Que las medidas no se queden solo sobre papel si no que se lleven a cabo en la práctica.

3-Motorización: Realizar una serie de mediciones de forma regular que permitan evaluar cuantitativamente los efectos de las medidas aplicadas.

4-Evaluación y mejora: Realizar mejoras en el SEEMP a partir del análisis de los resultados obtenidos, implementando nuevas medidas o sistemas incluyendo monitorización más precisos.

Los principales contenidos que contemplan estos planes son: Aumentar el rendimiento de la maquinaria, optimizar la hidrodinámica de casco y hélice, optimizar la gestión operacional y reducir la velocidad operativa.

En la siguiente imagen se muestra una plantilla del SEEMP:

**A SAMPLE FORM OF A SHIP EFFICIENCY ENERGY MANAGEMENT PLAN**

Name of Vessel:		GT:	
Vessel Type:		Capacity:	
Date of Development:		Developed by:	
Implementation Period:	From:	Implemented by:	
	Until:		
Planned Date of Next Evaluation:			

**1 MEASURES**

Energy Efficiency Measures	Implementation (including the starting date)	Responsible Personnel
Weather Routing	<Example> Contracted with [Service providers] to use their weather routing system and start using on-trial basis as of 1 July 2012.	<Example> The master is responsible for selecting the optimum route based on the information provided by [Service providers].
Speed Optimization	While the design speed (85% MCR) is 19.0 kt, the maximum speed is set at 17.0 kt as of 1 July 2012.	The master is responsible for keeping the ship's speed. The log-book entry should be checked every day.

12

<sup>12</sup> MEPC.213(63) Pdfs.f.)

Por último, por el DCS, los buques de arqueo bruto igual o superior a 5000 están obligados a recopilar datos sobre el consumo de cada tipo de fueloil que emplean a bordo, además de otros datos adicionales más específicos. Los datos agregados se notifican al Estado de abanderamiento. Además, los Estados de abanderamiento deben transferir los datos a una base de datos de consumo de combustible de la OMI. La OMI elabora un informe anual para el MEPC, en el que se resumen los datos recopilados. El año 2019 fue el primero en el que se recogieron datos.

Como venimos viendo, la preocupación por la reducción de las emisiones de gas efecto invernadero, en especial las de CO<sub>2</sub> ha ido en aumento, como ha consecuencia se ha producido aumento la regulación y las mejoras tecnológicas aplicadas al respecto, pero, como decíamos en la introducción, el año 2019 y el presente 2020 han sido cruciales en materia medioambiental para el transporte marítimo.

### **5.1.1 Regulación OMI 2019**

En el 2019, la OMI reforzó los requisitos obligatorios existentes para que los nuevos buques fuesen más eficientes energéticamente, entre otras medidas destinadas a continuar reduciendo las emisiones GEI.

El Comité de Protección del Medio Marino de la OMI (MEPC) impulsó una serie de medidas destinadas a apoyar el éxito de los objetivos establecidos en la Estrategia Inicial de la OMI sobre reducciones de GEI, procedentes de los buques, de conformidad con el ya mencionado acuerdo de París, en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en relación con la Agenda de 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

El MEPC, durante su 74<sup>o</sup> periodo de sesiones aprobó enmiendas que refuerzan los requisitos obligatorios existentes para que los nuevos buques sean más eficientes energéticamente, dio inicio al Cuarto Estudio de GEI de la OMI, se adoptó una resolución que fomenta la cooperación con los puertos, para

reducir las emisiones cerca de las ciudades, aprobó un procedimiento para la evaluación de las repercusiones que suponen las nuevas medidas propuestas, y acordó establecer un fondo fiduciario de donantes múltiples para respaldar las actividades de cooperación técnica en apoyo de la Estrategia Inicial.

Durante este año, el MEPC aprobó las enmiendas al Anexo VI del convenio MARPOL, por las que se refuerzan los requisitos de la “fase 3” del EEDI:

Se adelanta la entrada en vigor de esta “fase 3” emplazándose para 2022, el lugar de 2025, para algunos tipos de buques, entre los que se incluyen buques gaseros, de carga general y buques de gas natural licuado. Los buques que sean construidos a partir de esa fecha serán considerablemente más eficientes energéticamente que el nivel de referencia indicado.

Para los buques portacontenedores, el factor EDDI se mejora significativamente, de la manera siguiente:

- Para un portacontenedores de entre 200,000 DWT (peso muerto) y superior, el factor de reducción del EEDI se establece en 50% a partir de 2022.
- Para un portacontenedores de entre 120,000 DWT y 200,000 DWT, el factor de reducción del EEDI se establece en 45% a partir de 2022.
- Para un portacontenedor de entre 80,000 DWT y 120,000 DWT, el factor de reducción del EEDI se establece en 40% a partir de 2022.
- Para un portacontenedores de entre 40,000 DWT y 80,000 DWT, el factor de reducción del EEDI se establece en 35% a partir de 2022.

- Para un portacontenedores de entre 15,000 DWT y 40,000 DWT, el factor de reducción del EEDI se establece en 30% a partir de 2022.

El Cuarto Estudio de la OMI ya ha sido publicado, su análisis se tratará análisis se tratará más adelante.

En cuanto al tema de la cooperación con los puertos, el MEPC adoptó la resolución MEPC.323(74) en la que se hace un llamamiento a los Estados Miembros para fomentar la cooperación voluntaria entre los sectores portuarios y el transporte marítimo contribuyendo a la reducción de emisiones GEI.

La evaluación de los efectos de las posibles medidas en los Estados para la reducción de GEI consta de cuatro etapas:

- 1- Evaluación inicial de las repercusiones.
- 2- Presentación de documentos con observaciones.
- 3-Respuesta amplia si así se requiere en los documentos.
- 4-Evaluación amplia de las repercusiones si lo quiere el Comité.

La evaluación de las repercusiones debe basarse en pruebas en las que se tiene en cuenta: herramientas de análisis de la rentabilidad, con modelos sobre costes del transporte marítimo, sobre flujos comerciales o afectación al PIB; curvas de los costes marginales de reducción MACC actualizadas; modelos de comercio económico, modelos de transporte y modelos combinados de comercio-transporte.

Se aprobó también, la creación de un Fondo Fiduciario de donantes múltiples, cuyo fin es ofrecer una fuente especializada de apoyo financiero para las actividades de cooperación técnica y creación de capacidad, apoyando la estrategia inicial de la OMI. La creación de este fondo cobra gran relevancia,

puesto que la inversión en investigación desarrollo e innovación es crucial para combatir la lucha contra el cambio climático y reducir las emisiones.

### 5.1.2 Regulación OMI 2020

En el presente año, se han seguido debatiendo y adoptando medidas sobre la reducción de emisiones de gases efecto invernadero en el sector marítimo.

En este sentido, la MEPC, reunida en noviembre de este mismo año, ha aprobado un proyecto con nuevas normas preceptivas para buques existentes. Estas se basan en los actuales requisitos obligatorios de eficiencia energética, que veíamos al inicio de ese capítulo. Una vez más el MEPC se mostró de acuerdo con el mandato para evaluar los posibles efectos en los Estados, prestando especial atención a las necesidades de los países en desarrollo, en particular pequeños Estados insulares y países menos adelantados tecnológicamente.

El nuevo proyecto de enmiendas al Convenio MARPOL va a requerir que los buques combinen un enfoque técnico y operacional para reducir la intensidad de carbono emitido.

Los proyectos de enmienda han sido presentados para su aprobación oficial en el 76º periodo de sesiones del MEPC, que se celebrará en el próximo año 2021. Kitack Lim, secretario general de la OMI, señaló que: *“Aún queda por delante una labor considerable en la implementación de las medidas, pero confío en que el espíritu de cooperación de la OMI, demostrado en los últimos años, permitirá avanzar rápidamente en la elaboración de directrices técnicas y de un código de intensidad de carbono, así como en la labor esencial de evaluación exhaustiva de los efectos de las medidas en los países en desarrollo, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados.*

*Expreso mi gratitud a todos los Estados Miembros que han indicado su compromiso a apoyar estos esfuerzos”.*

Las medidas a corto y medio plazo que se estudian son las ya ideadas en 2019, acerca de establecer nuevos requisitos más estrictos a las medidas de eficiencia energética del Anexo VI del Convenio MARPOL y aplicarlos en todos los buques.

Además, el conjunto de enmiendas incluye el requisito técnico de reducir la intensidad del CO<sub>2</sub>, y para ello se basa en un nuevo índice de eficiencia energética aplicable a todos los buques existentes (EEXI), y los requisitos de reducción de CO<sub>2</sub> operacional, que se basan también en un nuevo indicador de la intensidad de carbono (CII).

Este doble enfoque tiene como fin abordar por un lado las medidas técnicas, relacionadas con la forma en que el buque se adapta y se equipa, y por otro, aquellas que tienen que ver con la forma en que opera el buque.

El EEXI se debe calcular a los buques de arqueado bruto superior o igual a 400 y teniendo en cuenta los diferentes valores definidos para cada tipo de buque y su tamaño. El resultado indica la eficiencia energética del buque en comparación con el nivel de referencia. Los buques tienen que cumplir con el índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes, que se basa en un factor de reducción exigido y se expresa como un porcentaje en relación con el nivel de referencia del EEDI

En cuanto al CII, se aplicaría a los buques de arqueado bruto igual o superior a 5.000, que son los buques que ya están sujetos al requisito DCS, por el cual se guardan los datos sobre consumo de combustible de los buques, a fin de determinar su indicador operacional de intensidad de carbono. El CII establece el factor de reducción anual necesario para garantizar la mejora progresiva de la intensidad del carbono operacional del buque dentro de un nivel de clasificación concreto.

El CII operacional anual obtenido, respecto del CII fijado deberá de documentarse y verificarse. Con ello se permitirá establecer la clasificación de la intensidad de carbono operacional. Esta clasificación incluiría una escala de la letra A, que indicaría un nivel de rendimiento muy superior, hasta la E que indicaría un nivel de rendimiento muy inferior.

Los buques que obtuviesen una clasificación “D” (Inferior) durante tres años consecutivos, o “E” (muy inferior) tendrán que elaborar un plan de medidas correctivas para alcanzar el CII operacional anual fijado.

## **5.2 Notas y conclusiones del 4º estudio de la OMI.**

El cuarto estudio de la OMI que ha sido publicado el 29 de julio de este mismo año, está basado en el AIS (Automatic Identification System), y estima, con mucha precisión, las emisiones GEI de los buques. No es regulación, pero en el presente estudio sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte marítimo, cobra una gran importancia, pues es fundamental a la hora de detectar los avances y las debilidades en esta materia y poder así implementar nuevas medidas y regulación para continuar reduciendo las emisiones.

*“Este estudio se puede utilizar para identificar qué es lo que necesitamos hacer para alcanzar el nivel de ambición de la estrategia de la OMI. Ahora el sector naviero necesita investigación y desarrollo, para hacer de las tecnologías sin emisiones una realidad comercial”* Lars Robert Pedersen, Subsecretario General de BIMCO.

Este informe demuestra que el mientras el transporte marítimo está creciendo, las emisiones que genera están disminuyendo. La causa de este fenómeno es la importante reducción de las emisiones específicas.

Entre el periodo entre 2008 y 2018, el comercio marítimo creció un 40%, en ese mismo periodo las emisiones absolutas de gases de efecto invernadero disminuyeron aproximadamente un 5%.

Se observa que la mejora en la intensidad de carbono del transporte marítimo, es decir, que la relación de emisiones por unidad de transporte en t x milla, se ha reducido significativamente.

Este informe avala que el transporte marítimo es el medio más respetuoso con el medio ambiente. Además, nos permite comprobar que todos los esfuerzos realizados por el sector en los últimos años están dando buenos resultados.

No obstante, el estudio también refleja las debilidades y retos a los que se enfrenta el sector, evidenciando que mediante mejoras en la eficiencia energética de los buques propulsados por combustibles fósiles convencionales no se alcanzará el objetivo de emisiones 0.

### **5.3 Normativa Europea y Futuras Medidas**

En primer lugar, se debe manifestar que, el transporte marítimo es una actividad global. Ello hace que su regulación deba acordarse internacionalmente a través de la OMI. Si cada nación exigiese unas normas diferentes, o contradictorias, el comercio internacional se vería en serios problemas. Tanto es así que la práctica habitual de la mayoría de los países, como también la unión europea, han venido desarrollando normativa nacional a aplicar en su flota de bandera y en sus puertos mediante convenios internacionales acordados en la OMI, lo que para la mayoría de los expertos en el sector es la mejor opción.

Dicho lo anterior, es cierto que la Comisión Europea ha manifestado en diversas ocasiones, sentirse obligada a impulsar medidas europeas en materia de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> si no se lograban avances significativos y concretos en la OMI sobre instrumentos de mercado para estimular mejoras en esta materia.

Ya en su momento, la CE valoró el acuerdo alcanzado en la OMI sobre medidas técnicas que ya se ha explicado (EEDI y SEEMP), entendiendo que constituía un gran avance en la regulación internacional de estas materias, pero que esto era solo el principio de una serie de pasos que deberían darse de forma más acelerada, a través de la cooperación y deliberaciones en el seno de la OMI, a fin de alcanzar una solución global para cumplir los ambiciosos objetivos de reducción de emisiones del transporte marítimo internacional.

En junio de 2013, la CE presentó el reglamento MRV (Seguimiento, Notificación y Verificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo). Tras su aprobación, comenzó a aplicarse en enero de 2018, un año antes que el sistema DCS de la OMI. Este reglamento incluía la obligación de monitorización del consumo y las emisiones por viaje y anualmente, lo que produjo el descontento del sector naviero. Finalmente, se permitió para los buques que realizaban más de 300 viajes al año, que informasen tan solo anualmente. En la propuesta final se incluyó también una cláusula de confidencialidad, ya que las empresas navieras entendían que facilitar determinados datos exigidos, sobre las cargas que transportaban, suponía la publicación de información comercialmente sensible.

Como ya se ha señalado, en 2019 entró en vigor el sistema DCS, cuando el sistema europeo ya llevaba un año funcionando, poniendo de manifiesto algunas diferencias en aspectos importantes entre ambos sistemas, como la verificación de la información por un verificador acreditado e independiente o la posibilidad de dar publicidad a esa información, en el sistema europeo, es más complejo.

La CE publicó su propuesta de Revisión del Reglamento MRV en febrero de 2019, con el objetivo de armonizar el Reglamento europeo y el DSC mundial, con el fin de conseguir la racionalización y la reducción del esfuerzo administrativo para empresas y administraciones, pero sin renunciar al mantenimiento de los objetivos del Reglamento MRV. Prevaleció la idea de mantener los objetivos, por encima de la armonización de ambos sistemas por

lo que los cambios propuestos fueron mínimos, incidiendo básicamente en dos aspectos:

- Alinear algunas definiciones, como las de empresa, periodo de notificación peso muerto, entre otras, a las del sistema de la OMI lo que carece de efectos prácticos.
- Establecer un régimen de voluntariedad para la aportación de los datos de carga de las compañías.

La mayor parte de armadores y navieros europeos no están contentos con las exigencias emanadas del reglamento, manteniéndose en una posición que consiste en la eliminación de:

- La obligación de realizar un informe por viaje, ya que supone una carga burocrática muy pesada para buques que hacen escalas frecuentes y realmente no aporta ningún valor.
- La verificación por un verificador acreditado. Supone también una carga burocrática notable además de un coste añadido para las empresas europeas. Se entiende que, si en el ámbito de la OMI no se prevé este requisito, tampoco debería de introducirse en la EU. La CE argumenta que los sectores que participan en el mecanismo europeo de comercio de emisiones están obligados a cumplir con este requisito. Esto tiene especial sentido, puesto que de los datos recogidos se deducen obligaciones económicas para las empresas. El argumento fundamental entre armadores y navieros era que tal justificación no cabe en el MRV, ya que no hay asociadas tales obligaciones económicas, pero, durante este año se ha discutido la posibilidad de incluir a este sector en el EU-ETS como veremos a continuación.
- La publicidad de los datos de la empresa no existe tampoco en el sistema de la OMI. Los armadores y navieros entienden que estos

datos pueden ser utilizados sesgadamente por los medios de comunicación generando perjuicios en la imagen y los intereses comerciales de estas compañías. Garantizar la confidencialidad de los datos puede hacer que las compañías pierdan interés en modificarlos en su propio beneficio, y por tanto no sería necesaria la verificación de los mismo.

### 5.3.1 El Pacto Verde Europeo

Presentado el 11 de diciembre de 2019 el Pacto Verde Europeo, establece los pasos a seguir para conseguir que Europa sea el primer continente climáticamente neutro en 2.050, mediante el impulso de la economía, mejorando la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, protegiendo la naturaleza y no dejando a nadie atrás.

Ursula von der Leyen, presidenta de la Comisión Europea declaró:

*“El Pacto Verde Europeo es nuestra nueva estrategia de crecimiento, un crecimiento que aporta más de lo que consume. Muestra cómo transformar nuestro modo de vivir y trabajar, de producir y consumir, para que vivamos de forma más sana y nuestras empresas sean innovadoras. Todos podemos participar en la transición y todos podemos aprovechar las oportunidades que brinda. Si somos los primeros en dar este paso y si lo hacemos con premura, contribuiremos a que nuestra economía sea líder mundial. Vamos a poner todo nuestro empeño en lograrlo, por el bien del planeta y de la vida que sustenta, por el patrimonio natural de Europa, por la biodiversidad, por nuestros bosques y por nuestros mares. Si demostramos al resto del mundo cómo ser sostenible y competitivo, podemos convencer a otros países para que se nos unan”.*

Este Pacto abarca todos los sectores de la economía. Para transformar la ambición política en legislación, la comisión ha presentado la primera Ley del Clima Europea.

Esta ley garantizará la contribución de todas las políticas de la UE al objetivo de que la economía y la sociedad europeas sean clínicamente neutras de aquí a 2050, con la aportación de todos los sectores.

Sus objetivos son:

- Establecer la trayectoria a largo plazo para cumplir con el objetivo mencionado, de forma socialmente justa y rentable
- Crear un sistema de seguimiento de los avances y adoptar nuevas medidas en caso de que sea necesario
- Ofrecer previsibilidad a los inversores y demás agentes económicos
- Garantizar que la transición a la neutralidad climática sea irreversible

Algunos de los pasos necesarios para alcanzar el objetivo de 2.050 son:

- Reducir las emisiones de gases efecto invernadero en un mínimo del 55% para 2.030 respecto de los niveles de 1.990.
- La revisión en 2021 de todos los instrumentos políticos dirigidos a cumplir las reducciones adicionales de emisiones para 2.030.
- La adopción de una trayectoria de 2030 a 2050 para reducir las emisiones GEI, medir los resultados y ofrecer previsibilidad a empresas autoridades y ciudadanos.
- En septiembre de 2023, y cada 5 años, la CE evaluará la idoneidad y coherencia de las medidas nacionales y europeas.

- La CE contará con facultades para emitir recomendaciones a los Estados miembros cuando las medidas nacionales no sean coherentes con los objetivos fijados. Los estados estarán obligados a cumplirlas o deberán justificar el motivo de no haberlo hecho, “comply or explain”.
- Se exigirá a los Estados miembros que formulen y apliquen estrategias de adaptación para reforzar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

En la presentación de este nuevo Pacto Europeo, la CE manifestó que propondría la extensión al transporte marítimo del Sistema europeo de Comercio de Derechos de Emisión (EU-ETS).

### **5.3.2 Inclusión del transporte marítimo en el EU- ETS y creación de un Fondo de Compensación Europeo.**

El 15 de septiembre de este mismo año, en el pleno del parlamento europeo se propuso incluir el transporte marítimo en el ETS UE.

Los sistemas de Comercio de Derecho de Emisión son instrumentos de mercado mediante los que se crea un incentivo o desincentivo económico que persigue un beneficio medioambiental. Los elementos típicos de un esquema de comercio de derechos de emisión son:

1. Autorización de emisión: Permiso otorgado por el régimen de comercio de derechos de emisión determinada que la autoriza a emitir gases a la atmósfera. No se puede comprar ni vender.
2. El derecho de emisión: Es el derecho a emitir, por este régimen, una determinada cantidad de gases a la atmósfera. El derecho de emisión es transferible: se puede comprar o vender.

3. Techo de emisiones: Es el volumen total de derechos de emisión que se ponen en “circulación”. El techo se sitúa por debajo de lo que correspondería a un escenario de emisiones tendenciales. Determina el objetivo medioambiental, y da valor económico al derecho de emisión al crear escasez.
4. Asignación de derechos: Mecanismo por el que se reparten los derechos de emisión. Puede hacerse de forma gratuita, mediante subasta, etc.
5. Cumplimiento: Los sujetos afectados por el comercio de derechos de emisión deben entregar una cantidad de derechos de emisión equivalente a las emisiones reales producidas. No se establecen límites de emisión individuales, pero sí un límite global y la citada obligación de cubrir las emisiones con derechos.
6. Seguimiento de las emisiones: Los actores sujetos al comercio de derechos de emisión deben llevar un control de sus emisiones, con objeto de que se pueda determinar qué cantidad de derechos de emisión deben entregar.
7. Registro de derechos: Un registro electrónico que sirve para llevar la contabilidad de los derechos de emisión en circulación: cuántos hay y a quién pertenece

El estudio ECSA-ICS sobre la inclusión del transporte marítimo en el EU-ETS realizó un análisis en profundidad sobre esta cuestión, se recogen a continuación las principales ventajas y desventajas de esta medida, así como las conclusiones extraídas del mismo<sup>13</sup>:

Las ventajas para la Unión Europea de Incluir el Comercio Marítimo en el EU-ETS según este estudio son:

---

<sup>13</sup> Estudio ECSA-ICS Sobre la Inclusión del Transporte Marítimo en el EU-ETS, Extractos de la Traducción y Resumen de ANAVE.

- El EU-ETS establece un límite máximo a las emisiones que el sector en su conjunto y los emisores individuales deben respetar, este límite puede modificarse progresivamente para garantizar que se logren los objetivos fijados.
- El EU-ETS está operativo para distintos sectores industriales por lo que cuenta con mecanismos probados para la asignación de derechos de emisión y plataformas comerciales para realizar la compraventa de estos derechos.
- El EU-ETS permite la reducción de emisiones dentro y fuera del sector, lo que da lugar a una flexibilidad sobre los sistemas que se pueden utilizar para el cumplimiento, incluyendo el uso de compensación.
- Algunos economistas sostienen que, al ser el mercado el que establece el precio del carbono, se garantiza que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducen de la forma más económica.
- Para que los emisores cumplan los límites de emisiones de carbono fijados, el EU-ETS puede estimular potencialmente la penetración de combustibles alternativos y tecnologías innovadoras.
- El MRV ya está en vigor para los buques que operan en tráfico en y con la UE por lo que podría usarse para la aplicación de ETS.

Entre las desventajas más relevantes encontramos las siguientes:

- Posible riesgo de que se vean afectadas negativamente las negociaciones en la OMI para aplicar su Estrategia inicial de reducción de GEI generados por los buques, lo que retrasaría los esfuerzos mundiales para adoptar medidas de reducción de emisiones en términos absolutos,

además de apoyar a los países menos desarrollados y a los pequeños países insulares en desarrollo.

- Generar tensión política con países terceros, lo que puede conducir a disputas comerciales, especialmente si se percibe esta actuación de la UE como una forma de recaudación de ingresos y no como una medida encaminada única y genuinamente a la reducción de las emisiones GEI del transporte marítimo internacional.
- Mayor incertidumbre sobre el precio de emisión de una tonelada de CO<sub>2</sub>, ya que dependería de la oferta y la demanda. Si el precio cayese, debido a una disminución de la demanda, habría menor disposición y capacidad de las empresas para acometer inversiones reductoras de CO<sub>2</sub>.
- La carga administrativa y los costes asociados serían significativamente mayores en comparación con otras MBM (Medida Basada en el Mercado), principalmente para pequeñas y medianas empresas, y en específicamente en los sectores “tramp” y de TMCD, lo que debe tenerse muy en cuenta.
- La gran variedad de tipos de buques, relaciones contractuales y sujetos presentes configuran un mercado muy complejo, que necesita que los legisladores apliquen un enfoque práctico, como ya ha demostrado la recomendación del Parlamento Europeo que mantiene el transporte por carretera fuera del ámbito de ETS europeo.
- El ámbito de aplicación es regional, no global por lo que existe un alto riesgo de “fuga de carbono”, es decir, pueden aumentar las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte marítimo fuera del ámbito del EU-ETS. Esto produce una imagen distorsionada sobre la efectividad de la medida, ya que no se tiene en cuenta su impacto a nivel global, que es como debe tratarse este asunto.

- Fomentar posibles inversiones en la compra de derechos de emisión en lugar de la financiación de la mejora de la eficiencia energética de los buques nuevos y existentes, menoscabando así las medidas de eficiencia energética basadas en objetivos adoptadas por la OMI con el apoyo de los Estados UE.
- La aplicación del EU-ETS a la aviación internacional (para vuelos dentro de la UE) no ha producido ninguna reducción de las emisiones absolutas de este sector, en contraste con el transporte marítimo, cuyas emisiones absolutas de GEI se han reducido significativamente durante el mismo periodo.

#### Conclusiones del estudio:

1-Por un lado, hay quien piensa que las emisiones del transporte marítimo internacional no deberían incluirse en el EU-ETS, porque estas emisiones están cubiertas por el derecho internacional. No obstante, desde algunos sectores políticos en alguna de las instituciones de la UE sugiere una visión diferente, con cada vez más partidarios de apoyar una medida de acción regional.

2-Además, las emisiones de los buques que desarrollan su actividad en el comercio internacional transportando cargas desde y hacia la UE contribuyen al cambio climático antropogénico y, por ello, producen un efecto directo sobre la UE. De ahí surge su derecho a actuar para proteger a sus ciudadanos, visión que ha sido apoyada por el Tribunal de Justicia de la UE.

3-Sin embargo, de este informe se deduce que dicha acción tendría consecuencias significativas para el sector marítimo global y que, aún más importante, puede que no conduzca a una reducción real de las emisiones de GEI del transporte marítimo, ni en el ámbito regional ni en el global. Lo que es seguro es que, con una actuación regional se correría el riesgo de

altos niveles potenciales de fugas de carbono, por lo que la acción de la UE daría como resultado un aumento absoluto de las emisiones de GEI fuera de la UE porque, cualquiera que sea finalmente su ámbito de aplicación, sería posible eludir la participación en el mismo (EEE). La decisión del Reino Unido de abandonar la UE hace que esas oportunidades sean más evidentes.

4-La OMI sigue demostrando las ventajas de tomar medidas a nivel mundial. La introducción de normas obligatorias sobre eficiencia energética para buques y la entrada en vigor del límite de azufre del 0,50% para los buques que operan fuera de las ECAS a partir del 1 de enero de 2020, son ejemplos tangibles de los resultados que puede obtener la comunidad internacional trabajando conjuntamente para reducir los efectos del transporte marítimo internacional sobre el medio ambiente. Cualquier medida tomada unilateralmente por la UE para incluir las emisiones de los buques de navegación internacional en el EU-ETS menoscabaría la autoridad de la OMI. Habiendo logrado un progreso tan significativo con acciones multilaterales, precisamente en un momento en que el multilateralismo está bajo una presión significativa en muchas instituciones globales, sería muy triste que la política regional socavase los esfuerzos para reducir las emisiones de GEI del transporte marítimo internacional, poniendo en peligro el progreso en la OMI, que ha adoptado una Estrategia con objetivos ambiciosos y un programa definido de acciones de seguimiento.

5-La inclusión de los buques de navegación internacional en el EU-ETS daría lugar a graves problemas y podría distorsionar el mercado del transporte marítimo. Esos problemas ya fueron experimentados por la aviación que, hasta que se redujo el ámbito de aplicación (y, con ello, la eficacia ambiental) condujo a notables tensiones políticas y a disputas potencialmente dañinas con varios socios comerciales importantes de la UE. Dada la naturaleza global del transporte marítimo y el pequeño tamaño de muchas compañías navieras, los problemas, incluida una carga administrativa significativa, serán posiblemente los mismos, si no

más graves, para el transporte marítimo que para el aéreo. Por otra parte, el Parlamento Europeo ha reconocido la necesidad de aplicar un enfoque pragmático para algunos sectores al rechazar la inclusión del transporte por carretera en el EU-ETS.

6-En 2012, el banco mundial y el FMI llegaron a la conclusión de que el comercio de emisiones y una tasa sobre los combustibles, aplicadas sobre una misma base y a una escala equivalente, tienen aproximadamente el mismo efecto sobre los precios del combustible, las emisiones y los ingresos, siempre que los derechos de emisión se subasten. Sin embargo, es necesario contar con una seguridad sobre el precio de las emisiones que proporcione un marco estable para las decisiones de transporte y el desarrollo de tecnologías de ahorro de emisiones a largo plazo. Esta seguridad solo se consigue mediante una MBM basada en un «precio fijo», como un impuesto o tasa o la aplicación de medidas de estabilidad de precios que hagan que un ETS se comporte más bien como una tasa.

7-Más recientemente, en 2018, tras un análisis adicional, el banco mundial confirmó que la bibliografía técnica considera que una tasa sobre el combustible impuesta por medio de un acuerdo global sería la medida más eficiente para la fijación de precios del carbono en el sector marítimo. Tomando nota del debate sobre la posible introducción de un mecanismo regional en caso de que no se alcanzase un acuerdo global, concluyó que, si se diseña cuidadosamente, un sistema basado en las emisiones liberadas durante todo el transporte de una mercancía, de origen a destino, presenta varias ventajas frente a otros esquemas de fijación de precios del carbono. Además, es evidente que todos los sistemas regionales, si bien ofrecen algunas ventajas y desventajas, son potencialmente complejos de aplicar y de hacer cumplir. Existe un riesgo notable de que un esquema regional de fijación de precios del carbono no se aplique e imponga con eficacia y, por tanto, son considerables las posibilidades de que se produzca una distorsión del mercado. Además, ninguno de los sistemas que se han propuesto para la fijación de precios

del carbono son tan fáciles de aplicar como un impuesto global sobre el combustible

8-Para cumplir los objetivos de reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo internacional es imprescindible explorar medidas que encierren el diferencial de competitividad existente actualmente entre los combustibles convencionales y los cero emisiones y sus infraestructuras asociadas, con el objetivo de incentivar su aplicación masiva. Está claro que, para lograr esos objetivos mundiales en un sector tan esencialmente global como el transporte marítimo internacional, sería mejor trabajar a través del regulador global, la OMI.

9-Los criterios utilizados para decidir cuál es la MBM más apropiada para el transporte marítimo internacional deben cumplir los requisitos que actualmente se imponen a una MBM. Uno es que sea eficaz para incentivar la adopción de tecnologías y la inversión en I+D. Los criterios propuestos en este informe podrían servir de base para su aceptación global y así facilitar la adopción de una MBM para el transporte marítimo internacional. A partir de esos criterios, es evidente que la opción más sencilla para recaudar fondos para apoyar la I+D en el transporte marítimo y, a la vez, incentivar la reducir las emisiones de GEI, es un sistema de tasa global.

10-El transporte marítimo es un sector muy heterogéneo y con características únicas por el medio en el que opera, el papel que desempeña en el comercio mundial, los modelos de negocio empleados y la forma en que se regula globalmente. En muchos aspectos, una MBM adoptada globalmente podría cerrar, de la forma más rápida y directa posible, la diferencia de competitividad existente entre los combustibles actuales y las tecnologías necesarias para descarbonización del transporte marítimo. Es difícil argumentar que un ETS, máxime si es de ámbito regional, pueda proporcionar estos resultados, especialmente si

se compara con una tasa global sobre el carbono de los combustibles utilizados para el consumo de los buques.

A la luz de este estudio, parece claro que la inclusión del transporte marítimo en el mercado europeo de emisiones no es una medida eficaz y puede generar muchos problemas. Pese a ello, el parlamento de la UE votó a favor de la adopción de esta medida, que fue confirmada por el parlamento europeo el 16 de septiembre con 592 votos a favor, 55 en contra y 43 abstenciones.

El texto incluye una disposición para que las navieras más pequeñas, o las que no recalán a menudo en puertos de la UE, eviten el régimen de comercio de derechos de emisión, y en su lugar paguen una contribución anual a un fondo denominado el “Fondo del Océano”, que se utilizará para invertir en nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia de los buques. Los ingresos procedentes de la subasta de derechos de emisión marítimos en el marco del ETS también irán destinados a dotar este fondo.

La UE quiere que las normas se apliquen a la entidad que explota comercialmente el buque, y como sabemos no coincide necesariamente con la entidad propietaria del mismo. Hay importantes fletadores en el Espacio Económico Europeo (El texto es vinculante para todos los países del EEE), que podrían optar por un alejamiento del EEE hacia otros países, como pueda ser Singapur.

*La consultora Alphabulk en un informe manifestó que, “por muy bien intencionada que sea la UE, creemos que este texto en su esencia está cometiendo el mismo error que el cometido por la OMI al concentrar todos sus esfuerzos en mejorar la eficiencia a nivel de los buques (por unidad), y no tiene en cuenta el crecimiento de la flota, que responde a las políticas comerciales liberales propiciadas por la propia Unión”.*

Cabe decir que esta medida, además de no solucionar el problema de fondo, puede afectar al precio del transporte marítimo, propiciando un traslado de

la demanda al transporte por carretera, incentivada por el precio y derivando en un aumento de en las emisiones de CO2 a la atmósfera, recordemos que, el transporte por carretera es el que más contribuye al efecto invernadero, además de mantener muchos de los problemas que se analizan en el estudio.

Ahora solo se puede esperar, para ver como se desarrolla la aplicación de la medida.

## 6. Medidas Internacionales: Tasa sobre el combustible y Fondo Internacional de Compensación.

La inclusión del sector marítimo en los mercados de derechos de emisión internacionales parece poco probable debido al previsible rechazo de esta medida por los países menos desarrollados, que pueden verla como un freno a su crecimiento y su economía. Además, es un mecanismo muy complejo en lo jurídico y difícil de llevar a la práctica, solo es asequible para grandes empresas.

Sin embargo, dada la confirmación de la inclusión del sector marítimo europeo a su mercado regional de derecho de emisiones, es probable que a los navieros y armadores europeos les interese que la OMI impulse negociaciones para acordar la inclusión del sector en un mercado de emisiones mundial, puesto que, la mayoría de los problemas que presenta la medida europea, como se ha visto en el estudio, es su limitación territorial, siendo el transporte marítimo intrínsecamente internacional. Europa no es pionera en esta medida, en Países como China o Estados Unidos ya existen mercados de emisiones para el sector marítimo. La proliferación de estos sistemas regionales de cara al futuro puede derivar en un mayor apoyo internacional respecto de la creación de un mercado de emisiones auspiciado por la OMI

Otras medidas de ámbito internacional de gran interés son la creación de un Fondo Internacional de Compensación y el establecimiento de una Tasa sobre el Combustible.

Esta medida es más sencilla de llevar a cabo, la OMI podría establecer, mediante un nuevo Convenio, el abono de una tasa a las compañías navieras por cada tonelada de combustible que adquirieran para sus buques, tasa que sería igual para todo buque y bandera. El dinero obtenido se utilizaría para crear un Fondo Internacional, que se utilizaría para financiar programas de reducción de emisiones e investigación y desarrollo de energías alternativas.

Esta medida es un tiene ventajas también para las navieras, es de muy fácil aplicación, y es asequible para medianas y pequeñas empresas, que adquieren una menor cantidad de combustible (En relación con su actividad).

Las inversiones del fondo irían preferiblemente a los países menos desarrollados. Ello puede ayudar a que lo acepten.

Las navieras instan a los gobiernos a apoyar esta propuesta. Estos programas de investigación y desarrollo estarían dotados con 5.000 millones de dólares y financiado por todo el sector mediante una contribución obligatoria de 2 dólares por tonelada de combustible marítimo consumido que se utilizarían para dotar al fondo de recursos.

La medida está siendo gestionada por una organización no gubernamental, que depende de la OMI, denominada Junta Internacional de Investigación y desarrollo marítimo.

## 7. Energías Alternativas para la Propulsión del Buque.

Como se ha detallado en este estudio, el factor que más influye en la cantidad de emisiones GEI generadas por los buques es a la utilización de combustibles fósiles para su propulsión. Por ello, la utilización de fuentes alternativas de energía es una solución de cara a conseguir un transporte más limpio y avanzar hacia el objetivo de emisiones 0. La producción de algunas de algunos de estos combustibles alternativos genera emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que puede contribuir al aumento de las emisiones debido al efecto cruzado. Es importante plantear las ventajas y desventajas de estas alternativas de manera holística, teniendo en cuenta el origen de la energía, cómo se obtiene y cuáles son las repercusiones medioambientales de ese proceso. Recordemos que la producción de energía es el sector que más contribuye al efecto invernadero.

GNL (Gas Natural Licuado): Se obtiene enfriando el gas a -162C°, con lo que se reduce su volumen considerablemente (Unas 600 veces). Por ello, es un combustible fácil de transportar y de almacenar. Además, en estado líquido no es explosivo ni presenta riesgo de auto combustión. Este gas no emite emisiones contaminantes, reduce alrededor de un 25% las emisiones de CO<sub>2</sub> y en un 80% los óxidos de nitrógeno. El problema es que la combustión de GNL libera más cantidades de metano no quemado, lo que disminuye sus ventajas medioambientales. El número de buques propulsados por GNL es reducido, existen hoy aproximadamente 250, pero esta cifra va en aumento desde el año 2000. El sector ve con buenos ojos este combustible, en especial debido al precio que puede ser más reducido que los combustibles de bajo contenido en azufre. Se prevé que el uso del GNL en el transporte marítimo experimente un crecimiento a medio y corto plazo, contribuyendo a los esfuerzos de la industria para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. No obstante, considerando el problema de las emisiones de metano que genera y las ventajas moderadas

respecto de las emisiones de CO2 frente a otras alternativas más limpias, se deduce que el GNL no será una solución atractiva a largo plazo.



**Energía Solar:** Es una energía totalmente limpia, no produce emisiones de ningún tipo. El principal problema es que su generación actualmente es limitada, es necesario un gran desarrollo tecnológico que haga viable la utilización de esta energía aplicada a buques mercantes. Se requiere mucho espacio para instalar los paneles. De momento, más que como fuente principal de energía del buque, se contempla su uso para generar potencia auxiliar o apoyo energético, lo que supone una reducción muy importante de las emisiones que genera el buque. Como se comenta, es necesario un gran impulso en I+D para hacer viable la propulsión de los buques mercantes mediante energía solar, pero, los avances en las últimas décadas ponen de manifiesto que la propulsión mediante energía solar será una realidad no muy lejana. Actualmente hay unos 1.000 barcos solares, que ofrecen servicios de taxi y ferry.



Energía Eólica: Tampoco produce gases dañinos para la atmosfera. La propulsión a vela está siendo nuevamente considerada por la industria, téngase en cuenta que ha sido utilizada durante 4 milenios eficazmente. Existen actualmente diferentes tecnologías de propulsión eólica: Velas suaves, las clásicas; velas rígidas o de ala; velas de casco, que mejoran la aerodinámica; Cometas dinámicas, que se instalan en la proa del buque aprovechando vientos los vientos que se producen a mayor altitud; Los cilindros giratorios verticales o rotores, que aprovechan la fuerza generada por la diferencia de presión en el cilindro ortogonal a la dirección del viento (efecto Magnus); y las turbinas. La adopción de este tipo de tecnologías es bastante reducida, por lo que es difícil hacer estimaciones de las potenciales reducciones de CO2 derivadas de su aplicación debido a los factores que le afectan, como el clima, el tipo de casco, las estaciones, las rutas... El punto débil de las velas y otros dispositivos que aprovechan la fuerza del viento son, las interferencias con las operaciones de carga y descarga, el coste elevado de los nuevos materiales, así como las dudas que genera en cuanto a la seguridad en caso de mal tiempo. Por ello es difícil que logren imponerse en el mercado



Biofueles: Combustibles producidos a partir de materia orgánica, como plantas y desechos animales. Los biofueles avanzados

reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 25% y un 100% respecto de los combustibles tradicionales. No obstante, la utilización de estos combustibles debe de analizarse holísticamente puesto que para su producción es necesaria la explotación de zona de cultivo y bosques, lo que provoca daños medioambientales como la deforestación, o la reducción de alimentos. Actualmente es posible los motores principales de los buques pueden ser propulsados por este tipo de combustible incluso siendo mezclado con otros combustibles, aunque algunos de estos Biofueles tienen propensión a oxidarse y perder sus propiedades de almacenarse durante largos periodos de tiempo. Además, la oferta actual de biofueles sería tan solo capaz de satisfacer un 15% de la demanda, y su producción masiva, como se ha visto puede provocar daños medioambientales que no compensan el beneficio que generan.

Hidrógeno: Es una de las soluciones más prometedoras para acelerar la descarbonización del transporte marítimo. Su principal problema es su enorme volumen en estado gaseoso, que supone un gran desafío la hora de emplear este elemento como fuente energética en la mar. Con el Hidrógeno se consigue un sistema de propulsión limpio, sostenible y eficiente, lo que hace apuntar a que será clave en el transporte a largo plazo. Se encuentra de forma natural en el entorno, ya que forma parte de la molécula del agua. La característica que hace más atractivo su estudio es su versatilidad como vector energético. Permite almacenar energía, pero también sirve como fuente de otros combustibles que eliminan las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Amoníaco: Se compone de un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno. Al igual que otros compuestos químicos, el amoniaco puede ser transportado en forma líquida y su densidad energética es similar la del GPL. No emite CO<sub>2</sub> ni SO<sub>x</sub> y las emisiones de NO<sub>x</sub> son prácticamente nulas, pero presenta las siguientes debilidades: es corrosivo, su coste de producción es muy elevado, la densidad

de energía es inferior a los combustibles que se utilizan y su disponibilidad para el sector marítimo es baja puesto que el 80% del amoniaco que se produce se destina al sector de os fertilizantes. El uso de amoníaco como combustible marino se encuentra aún en fase de investigación, aunque ya se ha utilizado en instalaciones terrestres para alimentar autobuses dando buenos resultados. Actualmente no existe ningún buque capaz de ser propulsado por este elemento, pero se ha estudiado que puede ser utilizado como combustible dual junto con HFO, consiguiendo una reducción del 27% de las emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada-kilómetro. Un último problema es que el 90% de la producción de amoniaco depende de combustibles fósiles como el gas natural. El coste de producir amoniaco “verde” es muy superior al que tiene la producción de amoniaco a partir de gas natural. Por ello, y una vez más, ahondando en la necesidad de entender el problema de manera conjunta, si aumenta la producción de amoníaco mediante el uso de combustibles fósiles, esto puede suponer un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> globales, es decir, lo que dejaría de emitir el sector marítimo en beneficio para el medioambiente, podría ser menor que las emisiones de gases generadas en la producción masiva de amoníaco. Si las fuentes con las que se obtiene el amoniaco son renovables este último problema desaparece.

El Metanol y el Gas Licuado del Petróleo producen emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases efecto invernadero por lo que quedan descartados de este estudio.

Es importante investigar y desarrollar nuevas y más eficientes tecnologías para el uso y producción de estos combustibles. El coste de los combustibles y las tecnologías asociadas serán claves en la decisión sobre la mejor opción. El desarrollo de la reglamentación aplicable y el desarrollo de infraestructura para su producción, transporte, almacenamiento, “bunkering” y consumo a bordo,

será un factor determinante para el impulso de nuevas tecnologías y el abaratamiento de los costes de los nuevos combustibles.<sup>14</sup>

Debemos de tener en cuenta que el transporte marítimo continúa creciendo y que, aun habiendo conseguido optimizar en tiempo record la eficiencia energética de los buques, reduciendo las emisiones que generan, el objetivo o emisiones queda muy lejos. El impulso a estas nuevas fuentes de energía es imprescindible para alcanzar los objetivos fijados a nivel europeo e internacional.

---

<sup>14</sup> Jorge Dahl, DNV, GL. Hacia la descarbonización del Transporte Marítimo, Jornada Telemática.

## 8. Eficiencia Energética Mediante Mejoras Técnicas y Operacionales.

Mientras nos acercamos al futuro del transporte marítimo cero emisiones, continúan desarrollándose medidas a implementar en los buques: tecnológicas, de diseño, operacionales, etc. que permiten mejorar la eficiencia energética de estos. Estas medidas pretenden optimizar el rendimiento de los buques en relación con la reducción de emisiones, y pese a no ser medidas mediante las cuales se pueden alcanzar los objetivos fijados para el sector, sirven para aliviar el problema mientras se investiga en la viabilidad del uso de fuentes de energía alternativa.

Algunas de estas medidas son:

### 1. De optimización del proyecto:

El aprovechamiento de las economías de escala: Aumentar el tamaño de un buque en una determinada proporción supone que la mayoría de los costes asociados a su explotación aumentan en menor medida, es decir el coste unitario de transporte (t x milla) es menor. Este efecto se produce en relación con el consumo de combustible del buque, al aumentar el tamaño del buque, el consumo de combustible por teu transportado disminuye exponencialmente. Dado que las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por un buque son proporcionales al consumo de combustible, a mayor tamaño del buque menores emisiones por unidad de carga transportada. Las principales limitaciones a estas medidas son: la necesidad de buques pequeños para satisfacer la demanda de partidas pequeñas, que es muy elevada en el mercado. La dificultad o imposibilidad de buques de gran tamaño a acceder a determinadas zonas y puertos.

Optimización Hidrodinámica de la Carena: Las mejoras en la hidrodinámica del buque permiten reducir la resistencia al avance. Según el tipo de buque, se pueden conseguir mejoras superiores al 10%. El barco, gracias a esta mejora en su hidrodinámica, requiere de menos esfuerzo para navegar, lo que supone un ahorro energético considerable. Esta medida es fácil de llevar a cabo cuando incluyendo ensayos en canal para optimizar las formas del buque. Para buques existentes es una medida anecdótica ya que la importante inversión y la necesidad de cambios estructurales para su adopción, se hace inviable económicamente, no compensando la mejora de la eficiencia energética que resulta. Sin embargo, hay algunas modificaciones que sí que merecen la pena y que se implementan en la práctica, como modificaciones del bulbo de la proa.

Rendimiento de la Hélice: La hélice en un buque sirve para impulsar el agua hacia atrás y conseguir la propulsión avante. Es más importante desplazar una gran cantidad de agua, aun que sea de forma más lenta, que impulsar una pequeña cantidad más rápidamente. Por ello, cuanto mayores son las dimensiones de la hélice mayor es su eficiencia. Por tanto, el rendimiento de la hélice encuentra su primer problema en las limitaciones físicas de su tamaño. La hélice es un elemento de un alto coste, por ello, su sustitución no merece la pena en buques viejos puesto que no se recupera la inversión. Hay dos casos en los que se debe contemplar un nuevo proyecto: Que se trate de buques de edad no muy avanzada, pero que operen en condiciones muy diferentes de las originales, y que la hélice se haya deteriorado y deba de ser sustituida. Existen hélices no convencionales de alto rendimiento, como las denominadas

hélices CLT, de patente española. La instalación de este tipo de hélices supone considerables ahorros de energía, en especial cuando el buque ha cambiado notablemente su velocidad operativa, superando el 15% de mejoría en casos en los que la situación de partida es mala.

Dispositivos especiales: en la práctica el rendimiento obtenido de la distribución del flujo de entrada del agua a la hélice, denominado “estela”, influye mucho. Este viene condicionado por el diseño y las formas de la carena en popa. Es posible instalar dispositivos a proa de la hélice que pueden modificar la entrada de agua, uniformizar la distribución de la estela y mejorar su rendimiento. Está demostrado que a través de estos dispositivos se consiguen ligeros ahorros, de en torno al 2,5%. Las toberas son el dispositivo más utilizado. Las toberas permiten la entrada de agua de forma más rápida y da lugar a un aumento del rendimiento puesto que se reduce la potencia necesaria para la misma velocidad, o se obtiene una velocidad superior a igual potencia. Con ello se ahorra combustible Su eficacia es mayor cuanto más lenta es la velocidad operativa del buque, por lo que son especialmente indicadas para determinados tipos de buque como remolcadores. Otro dispositivo que ofrece buenos resultados son las aletas directoras de flujo y las semitoberas que cumplen funciones análogas.

## 2. Medidas a nivel operacional:

Optimización meteorológica de la ruta: Las condiciones climáticas afectan significativamente a la energía que necesita un buque para propulsarse a la misma velocidad, que cuando son favorables es menor que cuando son adversas. Por ello es importante planificar los viajes teniendo en cuenta estas circunstancias en la medida de lo posible.

Esta medida es de mayor interés para el caso de los viajes transoceánicos, en los que se dispone de mayor tiempo para planificar la ruta y donde las condiciones meteorológicas tienen un efecto más importante. Existe programas en el mercado, especializados para cada tipo de buque y zonas, con los que se obtienen mejoras de hasta el 10% en ahorro energético.

Optimización de la velocidad: La velocidad óptima desde el punto de vista de la eficiencia energética es la que alcanza el mínimo consumo de combustible por t-milla transportada para un viaje. No se debe entender que se corresponde con la velocidad mínima, ya que, por debajo de la velocidad energéticamente óptima se consume más combustible. Por lo general la disminución de la velocidad de un buque suele resultar ventajosa en términos de eficiencia, pero si debido a esa disminución se hace necesario, por ejemplo, incluir un nuevo buque en la ruta concreta, se conseguiría un efecto contraproducente, puesto que aumentaría el consumo de combustible por t-milla transportada. Además, los buques están diseñados para navegar a unas determinadas velocidades, lo que se conoce como “velocidad óptima del proyecto” por lo que una reducción importante de la velocidad puede producir averías y otros problemas. En el MEPC 74 de la OMI, Francia presento una propuesta para establecer un límite de velocidad global en el transporte marítimo. Esta medida puede parecer adecuada, pero habida cuenta de los diferentes tipos y tamaños de los buques y los diferentes servicios y condicionantes comerciales es viable, como defendieron las principales organizaciones navieras. La propuesta de países como Alemania y España, es que se establezcan objetivos de reducción de emisiones fijados por la OMI, pero que cada

armador decida como consigue alcanzarlos introduciendo mejoras y modificaciones especializadas para cada caso.

Calados y Trimados: Se debe conseguir una inmersión óptima del bulbo de proa en las distintas condiciones de carga. La inmersión del bulbo influye significativamente en la resistencia al avance del buque ya que una inmersión insuficiente puede generar olas rompientes que producen un aumento de la resistencia. La diferencia de potencia para la misma velocidad puede llegar a superar el 15%. En la consecución del asiento óptimo, son importantes, una buena planificación de la colocación de la carga y el volumen y la distribución de los tanques de lastre. No necesariamente se obtiene la mínima resistencia con una cantidad menor de agua de lastre.

Coordinación con las terminales: Mantener una buena comunicación con los puertos de escala, para obtener información sobre la disponibilidad de los atraques puede facilitar la navegación a velocidad óptima durante todo momento. En este sentido, en la OMI desde 2018 se está discutiendo implantar políticas de asignación de atraques, sustituyendo la práctica llevada a cabo hasta ahora que consiste en atender a los buques por orden de llegada. Algunos estudios muestran que podría lograrse una reducción de emisiones de en torno al 7.5% a escala mundial.

### 3.Optimización de los sistemas de propulsión:

Rendimiento de la Maquinaria: Desde los años setenta, las mejoras tecnológicas introducidas en los motores diésel han conseguido una mejora del rendimiento técnico del 54%, con menos cantidad combustible se consigue generar más

energía (De 240 gr/kW-h en 1975 a 155 gr/kW-h en 2010), lo que ha significado una reducción del 35% del consumo de combustible y de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En la última década no se ha podido seguir mejorando este resultado debido a la penalización sobre el rendimiento derivado de las normas sobre emisiones de NO<sub>x</sub>, que tiene un efecto negativo sobre el rendimiento energético del motor.

**Sistemas de recuperación de calor:** Aprovechan el calor residual de los gases de escape para generar electricidad o para potenciar la propulsión mediante un motor eléctrico acoplado al eje. Requieren una inversión inicial elevada y se trata de sistemas muy complejos por lo que su instalación no es fácil.

**Secuestro de CO<sub>2</sub>:** Se están desarrollando importantes proyectos de desarrollo tecnológico en instalaciones terrestres, en especial en el sector energético, que recogen el CO<sub>2</sub> emitido por los procesos de combustión y lo reducen a una forma inerte. La idea es introducir esta tecnología en los buques lo que permitiría utilizar combustibles abundantes y baratos como el carbón sin liberar CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Por el momento es solo una idea, pero se debe investigar en esta cuestión de cara al futuro que contribuiría enormemente a la solución del problema climático.

## 9. Objetivo 0 emisiones

Para alcanzar el objetivo de la descarbonización total del transporte marítimo, por la vía de la reducción del consumo por unidad de transporte se ha demostrado que es insuficiente, incluso con las tecnologías más avanzadas. Por ello, la clave en este asunto es desarrollar combustibles alternativos.

Como ya se ha tratado, el uso de GNL en los buques como combustible puede ser un primer paso a seguir, que supondría reducciones de CO<sub>2</sub> de entre un 15% y un 25%. Si se generalizase su uso, las GEI liberadas por el sector marítimo podrían estabilizarse durante un tiempo, pero la descarbonización total sería del todo imposible.

Otra vía, sería generar electricidad en tierra mediante energías limpias y, mediante el uso de baterías transportarla a bordo para su uso. Esta vía se utiliza actualmente en trasbordadores de menor tamaño que operan en trayectos muy cortos pero el problema es que no existe aun tecnología que permita fabricar baterías ligeras y compactas para instalar en buques grandes con rutas de largo recorrido. Como hemos visto, el sector automovilístico está apostando fuerte en tecnologías de baterías, por lo que en un futuro es probable que estas mejoren significativamente, pero queda muy lejos su viabilidad para el uso del transporte marítimo.

La utilización de Hidrógeno y Amoniaco sería una gran solución en el camino hacia un transporte libre de emisiones, ya que no generan emisiones de CO<sub>2</sub>, el problema es una vez más que los obstáculos tecnológicos y prácticos que parecen insuperables a corto-medio plazo.

El uso de Biocombustibles puede ser la vía menos compleja. Ya existen en el mercado combustibles que pueden ser mezclados con derivados del petróleo y se están desarrollando algunos capaces de sustituir al HFO. Los biocombustibles tienen un precio elevado, por lo que no han sido barajados por

el sector marítimo, sin embargo, a medida que aumenten los precios de los combustibles fósiles, esta opción se volverá más atractiva.

Existe una última opción que se plantea de cara a un futuro lejano, el uso de energía de fusión nuclear, la misma por la que el sol produce su energía. Es una energía limpia que no genera radiaciones o emisiones contaminantes, pero entraña una enorme complejidad práctica. Actualmente está en desarrollo un reactor-piloto ITER, que se estima podrá ser operativa para 2027, claro que de ahí a que estos sistemas puedan operar a bordo de los buques queda mucho.

Lo que queda claro es que la descarbonización total del transporte marítimo es una muy difícil tarea, pero se es hoy más optimista que lo que se era unos pocos años atrás a este respecto. Este objetivo ya no se ve como un imposible, a cuenta del gran esfuerzo y compromiso del sector y los avances lentos pero imparables de la tecnología. Por tanto, para que las soluciones lleguen, lo más importante es dotar importantes fuentes de financiación para el desarrollo de nuevas tecnologías y combustibles alternativos.

## 10. Rutas Marítimas Polares

Las Rutas Marítimas Polares unen el Pacífico y el Atlántico a través del Ártico. Actualmente estas rutas son prácticamente intransitables puesto que estas aguas están congeladas la mayor parte del tiempo. Sin embargo, como hemos visto, debido al aumento de la temperatura del planeta se está produciendo el deshielo de los polos, lo que podrían cambiar esta realidad. La cantidad de hielo en el Ártico es cada vez menor, lo que puede dar paso a la apertura de nuevas rutas mucho más cortas que las que se recorren actualmente. Entre estas rutas destacan dos especialmente:

-La ruta del mar del norte. Une Europa con el este asiático a través del mar del Norte. Se conoce como “Northern Sea Route” (NSR). Esta ruta alternativa es unos 7000km más corta que la ruta tradicional a través del Canal de Suez, por lo que supone un importante ahorro de tiempo y costes.

-Paso del Noroeste: Similar a la anterior, une la costa oeste de los Estados Unidos con el sudeste asiático a través de las aguas canadienses el norte. Es también una ruta alternativa a la actual que recorre el Canal de Panamá.

Presentan dos problemas fundamentales:

-Estacionalidad: Actualmente, estas rutas son solo transitables durante la época estival. Durante el invierno el hielo aumenta y estas rutas se vuelven intransitables.

-Falta de infraestructuras de apoyo: Siendo rutas muy poco transitadas y congeladas la mayor parte del año, carecen de infraestructuras de apoyo a los buques como puertos, suministros de combustible... Son pocos los puertos cuyas aguas no se congelan durante todo el año, y la mayoría son operativos unos pocos meses al año.

A medida que se produzca el derretimiento de los Polos estas rutas serán más explotadas, lo que cambiará el paradigma económico actual. Las rutas marítimas tradicionales tendrán una competencia real. El tiempo y coste del viaje se podrían reducir considerablemente y se prevé que aparezcan nuevos puertos en el norte para dar apoyo a los buques que las utilicen, a la par que, los ya existentes, aumentarán y mejorarán sus infraestructuras.

Debido a la utilización de estas nuevas rutas, es posible que algunos puertos, situados hoy en posiciones estratégicas, como Algeciras o Valencia pierdan par tráfico. Ello no quiere decir que las rutas actuales dejen de utilizarse y menos en el corto medio plazo ya que, como se ha indicado, estas rutas dependen de la estacionalidad, siendo transitables durante pocos meses al año.

El primer buque en atravesar la Ruta del Mar del Norte sin rompehielos fue el navío ruso “Christophe Margerie”, transportando GNL desde Noruega hasta Corea del Sur. Según datos de la compañía (SCF) tardó 6 días, 12 horas y 15 minutos en recorrer la ruta y un total de 19 días de puerto a puerto, aproximadamente un 30% menos de lo que habría durado la navegación por el sur a través del Canal de Suez.

Se estima que los periodos navegables se duplicarán a mediados de siglo y que, para finales de siglo, el océano Ártico dispondrá de aguas abiertas 6 meses al año<sup>15</sup>.

Sin embargo, los envíos a través del océano Ártico no serán viables económicamente hasta 2040<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Sea ice decline and 21st century trans-Artic shipping routes, AGU magazine

<sup>16</sup> Arctic Shipping- Commercial opportunities and Challenges, CBS Maritime

## Conclusiones

-El transporte marítimo genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero que contribuyen al problema medioambiental del cambio climático.

-El sector lleva años comprometido con los objetivos marcados por la OMI, que camina en dirección a un futuro 0 emisiones. Pese a experimentar un constante crecimiento ha sido capaz de reducir las emisiones generadas.

-Para el logro de estos objetivos no son suficientes las medidas de eficiencia energética, que, aunque han logrado una importante reducción de las emisiones por unidad transportada, no bastan para conseguir la completa descarbonización del transporte marítimo a largo plazo.

-La inclusión del transporte marítimo en los mercados de derechos de emisión, no parece una solución definitiva puesto que a la vista están otros sectores que ya han implantado estos sistemas, y esto no se ha traducido en una efectiva reducción de las emisiones generadas.

-La decisión europea de incluir el transporte marítimo en el ETS-EU genera una gran controversia entre armadores y navieros, con dos problemas fundamentales, su carácter regional y la falta de efectividad de estas medidas.

-El objetivo de la descarbonización completa, pasa inexorablemente por el desarrollo de nuevas tecnologías y combustibles fósiles alternativos.

-La financiación para investigación y desarrollo es crucial y necesita impulsos para acelerar la creación de las soluciones necesarias. Los fondos obtenidos por la tasa sobre el combustible marítimo, la creación de un fondo de compensación y la utilización de los ingresos obtenidos por las transacciones de derechos de emisión en un futuro mercado global, deberán destinarse a generar este impulso, especialmente en los países menos desarrollados.

-Los objetivos de la OMI son muy ambiciosos, pero están empezando a considerarse posibles y asumibles.

-El sector Marítimo está profundamente comprometido con el medioambiente y viene realizando un gran esfuerzo para materializar ese compromiso. Es el medio de transporte más limpio, por lo carece de sentido imponer sobre el mismo un nivel de exigencia tan elevado que acabe repercutiendo negativamente al problema medioambiental.

-Las medidas en el sector deberán estudiarse de manera holística teniendo en cuenta las repercusiones de éstas en conjunto, desde la generación de energía en origen, hasta los posibles traspasos de la demanda del transporte marítimo a otras modalidades de transporte menos respetuosas con el medio, a causa de la elevación de los precios producido por la implantación de estas medidas.

-El transporte marítimo es, de las modalidades de transporte, el más respetuoso con el medio ambiente, y por ello un gran aliado en la lucha contra el cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

-Carlier M., Seco E., (2019). *Las emisiones a la atmósfera del transporte marítimo y su regulación.*

-Anave: Cerezo R., Basurko A., Heras M. (2020). *Cuarto estudio de la OMI sobre emisiones GEI del transporte marítimo. Publicación mensual del sector naviero y marítimo, nº 622.*

-IPCC (2011). *Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático (SREX)*

-IPCC (2014). *CAMBIO CLIMÁTICO 2014 “Impactos, adaptación y vulnerabilidad”*

-Green Marine Associates LTD. (2020). *Estudio ECSA-ICS sobre la inclusión del transporte marítimo en el EU-ETS*

-Dahl J., DNV GL (2020). *Hacia la descarbonización del Transporte Marítimo: Combustibles y tecnologías.*

-Fischer E., Knutti R., (2015). *Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes.*

-European Climate Foundation (2018). *Decarbonising maritime transport: Pathways to zero carbon-shipping by 2035.*

-UNCTAD (2020). *Review of Maritime Transport 2019 & 2020.*

-Corti Varela, J. (2019). *Climate Change, International Shipping and Market-Based Measures.*

-Gota, S., Huizenga, C., Peet, K., Medimorec, N., y Bakker, S. (2019). *Decarbonising transport to achieve Paris Agreement targets. Energy Efficiency,*

-Heitmann, N., & Khalilian, S. (2011). *Accounting for carbon dioxide emissions from international shipping: Burden sharing under different UNFCCC allocation options and regime scenarios. Marine Policy.*

-Lindstad, E., & Bø, T. I. (2018). *Potential power setups, fuels and hull designs capable of satisfying future EEDI requirements. Transportation Research Part D: Transport and Environment.*

-Barleta, E., & Sánchez, S. (2020). *Hacia la descontaminación del transporte marítimo del comercio internacional: metodología y estimación de las emisiones de CO2.*

#### Páginas Web:

-WEB Panel Internacional del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés)

[https://archive.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter5.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter5.pdf)

-WEB Organización Marítima Internacional (OMI)

<https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>

<https://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/pages/36-ISWG-GHG-7.aspx>

-WEB Europa (UE)

[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/mercury-in-cfl/es/mercurio-lamparas-bajo-consumo/glosario/ghi/gas-efecto-invernadero.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/mercury-in-cfl/es/mercurio-lamparas-bajo-consumo/glosario/ghi/gas-efecto-invernadero.htm)

[https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment\\_es](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_es)  
<https://www.eea.europa.eu/es/articles/las-emisiones-de-la-aviacion>

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652754/IPOL\\_BRI\(2020\)652754\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/652754/IPOL_BRI(2020)652754_EN.pdf)

[https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en)

[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

-WEB Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés)

[https://unctad.org/es/system/files/official-document/rmt2018\\_es.pdf](https://unctad.org/es/system/files/official-document/rmt2018_es.pdf)

-WEB Asociación de Navieros Españoles (ANAVE)

<https://www.anave.es/prensa/archivo-noticias/2566-el-sector-maritimo-insta-a-los-gobiernos-a-impulsar-su-propuesta-de-fondo-para-la-descarbonizacion>

<https://www.anave.es/prensa/archivo-noticias/2574-importante-acuerdo-en-la-omi-para-la-descarbonizacion-del-transporte-maritimo>

-WEB Gobierno de España

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>

-WEB Oxfam

<https://blog.oxfamintermon.org/10-consecuencias-del-calentamiento-global/>

-WEB International Council on Clean Transportation

<https://theicct.org/publications/marine-eexi-nov2020>