

LA INDUSTRIA MARÍTIMA Y LOS PUERTOS MEDITERRÁNEOS ANTE EL RETO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Jordi TORRENT
Jefe de Estrategia
Port de Barcelona

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. 1.1 El auge asiático y la trampa climática. 1.2 El transporte marítimo ayer y hoy y el cambio climático. – 2. EL TRANSPORTE MARÍTIMO MODERNO Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS OCÉANOS. 2.1 La flota marítima mundial. 2.2 La industria marítima y los gases de efecto invernadero. 2.3 Los otros efectos nocivos para el medio ambiente de la industria marítima. – 3. LA INDUSTRIA MARÍTIMA ANTE EL RETO DEL CAMBIO CLIMÁTICO. 3.1 Del *slow steaming* a los combustibles neutros en carbono. 3.2 Los puertos mediterráneos en la lucha contra el cambio climático. – 4. SÍNTESIS Y EL FUTURO.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El auge asiático y la trampa climática

El cambio climático es ya un hecho indiscutible. Los efectos potencialmente catastróficos que conlleva para la vida humana y de otras especies del planeta son muy preocupantes. Los océanos son uno de los grandes damnificados de este proceso. El incremento de temperaturas de sus aguas, el deshielo de los polos, la destrucción de la biodiversidad, la explotación intensiva de la industria pesquera, la posible alteración de las corrientes marinas, además de la acumulación de residuos, especialmente plásticos, están llevando al límite la sostenibilidad de nuestros mares. La biodiversidad de nuestros mares se reduce rápidamente y las temperaturas de sus aguas alcanzan máximos nunca vistos.

Es lo que ha ocurrido en los últimos años en océanos muy importantes para la sostenibilidad del planeta en su conjunto y habitados por ecosistemas especialmente delicados, como son el Ártico y el Atlántico norte. También en el mar que nos envuelve, que ha sido fuente de buena parte de nuestra prosperidad y del cual depende nuestra supervivencia futura en condiciones saludables, el Mediterráneo.

También es ya indiscutible que la actuación humana es en parte responsable de la aceleración del cambio climático, especialmente desde que entramos en el siglo **xxi**. Esto es así por una infinidad de factores que son largos de explicar. Algunos indiscutibles y otros opinables. Todo parece indicar sin embargo que nuestro impacto en el cambio climático tuvo un punto de inflexión definitivo con el cambio de siglo. En la última década del siglo **xx** y la primera del **xxi**, el crecimiento económico sustentado en los combustibles fósiles, que hasta entonces se concentraba en unos pocos países occidentales, se amplió a toda prisa a otras partes del mundo y, sobre todo, a los países super poblados asiáticos. El mundo parecía poder absorber el uso creciente de combustibles fósiles (y el auge de la industria alimentaria, del uso expansivo del plástico, la explotación de las reservas pesqueras, etc.) por parte de los países mal llamados avanzados como motor de su economía y crecimiento, pero no de estos y de los países en vías de desarrollo a la vez. Una trampa climática y económica, injusta y de difícil escapatoria. Este crecimiento económico, sustentado en los combustibles fósiles, ha permitido el mayor avance en la eliminación de pobreza en el planeta de toda la historia y un crecimiento demográfico sin precedentes que debería empezar a ralentizarse seriamente a finales de este siglo. La globalización económica, especialmente a partir de la integración completa de los países de Extremo Oriente liderados por China en los intercambios comerciales mundiales ha tenido efectos positivos indudables. Por ello es tan difícil encontrar una solución a la trampa climática en la que estamos inmersos sin una concertación absolutamente global, sincronizada y empática, en particular de las tres grandes potencias económicas del planeta, Estados Unidos, China y la Unión Europea.

En las últimas décadas, han salido más personas de la extrema pobreza, de acuerdo con las estadísticas de todos los organismos públicos y privados internacionales, de lo que lo habían hecho en todo el resto de la historia de la humanidad. De hecho, hoy en día existen en el mundo un número de personas parecidas en situación de extrema pobreza, unos ochocientos millones, de los que había treinta y cuarenta años atrás. Con una gran diferencia. La población mundial ha crecido en varios miles de millones de personas. Nuevos habitantes de este mundo que cuando nacieron, veinte, treinta, cuarenta años atrás, tenían unos progenitores que vivían en la extrema pobreza. Buena parte de ellos, han ingresado las filas de la clase media mundial. Lo han hecho sobre todo en China, aunque también cientos de millones en otros países asiáticos

como Corea (el milagro coreano, conocido como el del río Han, es junto al chino el caso más espectacular de transformación económica de un país de la historia moderna; cuando emergió de la segunda guerra mundial se consideraba el segundo país más pobre de la tierra), Indonesia, Malasia, India, Singapur y Vietnam. Es cierto también que, al mismo tiempo, las desigualdades entre los más ricos y los más pobres del planeta han aumentado. Ello no es óbice para reconocer el impacto positivo que la globalización económica ha tenido para la reducción de la pobreza extrema mundial.

En estos países asiáticos, entre otros del continente y últimamente también de Africa, pese a los problemas crónicos que arrastra, unos dos mil millones de personas han conseguido escapar de la pobreza en los últimos cuarenta años, gracias a la globalización y al desarrollo de políticas económicas encaminadas a fomentar la inversión extranjera y las exportaciones. Todo ello, propulsado por una energía basada en los combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas natural, responsables de buena parte de gases de efecto invernadero (GEI).

El desarrollo económico asiático, que como hemos dichos se está empezando a replicar en algunos países africanos (en la lista de los veinte cuyo PIB crece más en el mundo, la mayoría son de este continente), ha sido posible gracias a una multitud de factores entre los que destacan: el cambio en la política económica china a finales de los años setenta; la disminución de los conflictos armados, pese a lo que pudiera parecer tras la guerra en Ucrania; la universalización de la educación, los sistemas públicos de salud y la vacunación; el establecimiento de un marco regulatorio internacional estable y tendente a favorecer la liberalización comercial; las tecnologías de la información y comunicación; el libre movimiento de personas, capitales y mercancías y la evolución sin precedentes del transporte marítimo mundial. Centrémonos en este aspecto un instante.

1.2. El transporte marítimo ayer y hoy y el cambio climático

La marina mercante es un sector que evolucionó poco durante miles de años, para experimentar un cambio de paradigma con la invención de la máquina de vapor, primero, y la «contenerización» después. Algo parecido ocurrió con el transporte de pasajeros, aunque este hizo un salto de escala en dimensiones y capacidad de carga antes que el de mercancías. El *Titanic*, construido en 1909, es un buen ejemplo de ello. El barco tenía una eslora que ya era similar a la de los cruceros de tamaño medio actuales (unos doscientos setenta metros) y transportaba más de dos mil personas, de nuevo como un crucero de dimensiones medianas actuales.

El transporte marítimo de mercancías y personas de larga distancia siempre estuvo dominado por las embarcaciones de vela, cuya historia puede resumirse en la búsqueda de la mejor conversión posible de la energía cinética en movimiento. [...] La fuerza de la vela debe combinarse con la fuerza del equilibrio de la quilla para que la embarcación no vaya a la deriva a favor del viento¹.

Además,

[...] las dimensiones y capacidad de las embarcaciones romanas no eran muy diferentes de las que utilizaron los colonizadores europeos. Pese a que los romanos construyeron naves de más de 1 000 toneladas de capacidad, sus barcos de carga estándar transportaban menos de 100 toneladas. Más de 1 000 años después, las exploraciones de los europeos se hicieron con barcos casi igual de pequeños. El Santa Marta de Colón tenía una capacidad de carga de 165 toneladas y el Trinidad, la embarcación de Magallanes, de 85 toneladas. Un siglo después, los barcos de la Armada Invencible tenían una capacidad mediana de 515 toneladas. En 1800, las naves británicas de la flota india habían llegado a las 1 200 toneladas².

El salto de escala en el siglo xx, en materia de capacidad, fue extraordinario comparado con los cuatro mil años anteriores.

La invención de la máquina de vapor impulsó un desarrollo sin precedentes de los barcos mercantes de forma que empezaron a crecer sustancialmente de dimensiones a partir del siglo xix. También permitió acelerar y regularizar los tiempos de la navegación, reduciendo la imprevisibilidad que ocasionaban los factores meteorológicos, especialmente el viento o las tempestades en alta mar. A partir del xx y del descubrimiento de los grandes yacimientos de petróleo, el aumento de dimensiones de las naves mercantes se aceleró. Cuando acabó la Segunda Guerra Mundial, la recuperación de las economías japonesas y europeas sumada a la economía estadounidense en expansión, se convirtieron en el principal acicate para la extracción y consumo de petróleo y, por consiguiente, para el crecimiento de los barcos petroleros. A finales de los años setenta, estos se habían convertido en auténticos monstruos marinos de más de cuatrocientos metros de eslora y centenares de miles de barriles de petróleo de capacidad de carga. De hecho, los barcos más grandes en eslora para el transporte de mercancías se construyeron a finales de los setenta y principios de los ochenta y fueron petroleros. Las dificultades operativas y de navegación, sobre todo en puertos y vías de paso como Suez, de estos auténticos monstruos marinos, frenaron a partir de entonces el crecimiento de los barcos petroleros.

¹ SMIL, V., *Energía y civilización. Una historia*, Editorial Arpa, 2021, p. 269.

² *Ibid.*, p. 274.

El siguiente salto de escala se produjo con los buques portacontenedores a partir de los años sesenta del siglo pasado. Poco antes se había inventado esta caja metálica homogénea, robusta y fácil de manipular, aparentemente sencilla, que ha permitido una revolución sin precedentes del transporte marítimo y la economía global. El incremento exponencial de las dimensiones de los buques portacontenedores ha sido imprescindible para que los países asiáticos, liderados por China, hayan crecido a menudo con cifras superiores a los dos dígitos entre los años ochenta y la segunda década del presente siglo. Veamos el porqué.

Cabe recordar que los buques portacontenedores transportan hoy en día la mayor parte del comercio marítimo mundial en valor (no en volumen ya que el comercio en toneladas sigue estando dominado por los buques convencionales de graneles sólidos y líquidos). El incremento exponencial de las dimensiones de los portacontenedores permitió que las exportaciones asiáticas hacia el mundo, en especial Europa y los Estados Unidos, de productos semiacabados y acabados se pudieran hacer a un coste casi insignificante, fomentando a su vez, la inversión extranjera manufacturera y el traslado de producción industrial de todo tipo de bienes y mercancías desde Occidente hasta Extremo Oriente. A mediados del 2023, el coste de transportar un contenedor entre Asia y Europa era de unos mil trescientos Euros. Un precio insignificante para los contenedores que cargan productos de consumo y/o de valor medio o alto. Uno solo de ellos, acostumbra a transportar decenas, centenares o incluso millones de euros de valor en mercancías. Incluso cuando los fletes marítimos alcanzaron precios nunca vistos hasta ahora durante los años 2021 y 2022 (a veces más de diez veces superiores a los actuales y a los pre-pandémicos) el coste que suponían para productos de consumo o de alto valor, era poco relevante. No ocurría lo mismo, sin embargo, con los productos de bajo valor evidentemente.

Si el primer barco portacontenedores del mundo transportó apenas medio centenar de contenedores en los años cincuenta, a finales del siglo xx, los buques portacontenedores ya transportaban más de ocho mil cajas y actualmente han alcanzado la descomunal cifra de más de veinticuatro mil TEU (cajas de veinte pies). Si uno no ha visto uno de estos monstruos marinos de cerca, es difícil imaginar su tamaño. Se trata de construcciones de unos cuatrocientos metros de eslora (el equivalente a casi cuatro campos de fútbol de longitud), sesenta metros de manga y, una vez lleno, una altura similar a la de un bloque de pisos de más de veinte plantas.

El gigantismo de los buques (no solo de petróleo y contenedores, sino también de transporte de coches, productos a granel de todo tipo y cruceros) ha hecho posible la transformación por completo de la economía mundial, desplazando su centro de gravedad del Atlántico al Pacífico.

Este proceso ha coincidido, especialmente a partir del siglo XXI con la aceleración del cambio climático. El crecimiento de las economías asiáticas se ha sustentado, como antes las occidentales, en el uso de los combustibles fósiles, el principal factor causante de las emisiones de GEI que contribuyen al cambio climático. El crecimiento de la población mundial y en especial de su clase media, sobre todo en Asia, y más recientemente en África también, ha incrementado el consumo, y las emisiones de GEI. El clima mundial difícilmente podía soportar las GEI que generaban los países occidentales. Cuando a estos se han sumado miles de millones de personas de otras latitudes, el cambio climático, especialmente el incremento de las temperaturas, se ha acelerado hasta alcanzar niveles impensables solo veinticinco años atrás, a finales del siglo XX.

Es evidente, por tanto, que el transporte marítimo, igual que ha contribuido a sacar de la pobreza a miles de millones de personas en Asia, también lo ha hecho de forma indirecta al cambio climático.

Obviando esta relación más o menos directa entre crecimiento económico, cambio climático y transporte marítimo, ¿cuál es realmente el impacto de este último en el incremento de las temperaturas globales, en la generación de residuos, en la proliferación de especies invasoras y otros efectos no deseados de la evolución económica global y del sistema de comercio internacional? ¿Qué está haciendo la industria marítima para mitigar su impacto en el cambio climático, sea cual sea el mismo? ¿Cómo evolucionará el sector en los próximos años en este ámbito?

Esto es lo que vamos a intentar desentrañar en las siguientes páginas poniendo especial foco en lo que ocurre en nuestras orillas mediterráneas, especialmente delicadas y sensibles a las oscilaciones de las temperaturas y a los efectos del cambio climático.

2. EL TRANSPORTE MARÍTIMO MODERNO Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS OCÉANOS

2.1. La flota marítima mundial

El crecimiento de los barcos y de sus dimensiones, para gestionar el creciente comercio internacional, particularmente entre Asia y Occidente, ha sido constante, especialmente como decíamos a partir de los años ochenta y noventa del siglo pasado (antes lo había sido el de los petroleros). No solo de los portacontenedores, también de los graneleros, los porta coches, los ferris y los cruceros que igualmente han alcanzado dimensiones descomunales. *Car carriers* con capacidad para transportar más de ocho mil coches, cruceros para más de seis mil pasajeros y dos mil personal de tripulación, etcétera.

Sin embargo, el número de barcos mercantes que navegan por nuestros océanos no es extraordinario. Los barcos mercantes actuales son muy grandes, tienen dimensiones colosales, son las mayores construcciones en movimiento hechas nunca por el ser humano. Gozan de una capacidad de carga extraordinaria, lo que ha permitido que la flota marítima mundial haya crecido de forma moderada las últimas décadas a pesar del incremento enorme de los intercambios comerciales mundiales como consecuencia de la globalización. Ha crecido mucho más en capacidad de carga por barco que en el número de embarcaciones.

La imagen más ilustrativa de lo que digo, se obtiene en el sitio web www.marinetraffic.com. El sitio web reproduce en tiempo real los barcos que están navegando por los océanos y los que se encuentran amarrados en puertos o fondeados frente a estos. Si excluimos los barcos pesqueros, los ferris, las embarcaciones de placer y los remolcadores, veremos que no se trata de un número extraordinario para el volumen de mercancías transportado. Menor, por ejemplo, al de aviones que surcan nuestros cielos. Cuando el barco *Evergiven* quedó embarrancado en el Canal de Suez en el mes de marzo del 2021, el uso de esta web se volvió muy popular. Los usuarios que entraban por entonces por primera vez en la misma podían comprobar en tiempo real como la cola de barcos en el Canal de Suez, que no podían pasar porque la nave de la compañía taiwanesa³ lo impedía, crecía día a día, pero tan solo en unas cuantas decenas o unidades. No en miles y miles de barcos. Un par de datos más nos ayudan a ilustrar esta cantidad importante pero no astronómica de barcos de mercancías que surcan nuestros mares. El Canal de Suez, la principal vía de comunicación marítima de la Unión Europea con el mundo, fue atravesado en el año 2023 por poco más de veintitrés mil naves. Por su parte, según las estadísticas más fiables, el estrecho de Gibraltar fue cruzado por poco más de cien mil embarcaciones de todo tipo. Sólo cabe comparar estas cifras con las operaciones en cualquier aeropuerto internacional del planeta. En el de Barcelona, por ejemplo, en el mismo año se produjeron más de trescientas mil operaciones. En el de Atlanta, tradicionalmente el más transitado del mundo, más de setecientas mil.

Buena parte de la opinión pública fue consciente a raíz del accidente del *Everigen* en el Canal de Suez, de las enormes dimensiones de los buques de carga, especialmente de los portacontenedores. También de que unos pocos de ellos, no centenares ni decenas de miles, sino unos cuantos miles son los que transportan la inmensa mayoría del comercio mundial en contenedor. Y que, por tanto, un incidente de uno de ellos como el *Evergiven*, ponía en riesgo las cadenas de suministro de buena

³ El barco era operado por la compañía taiwanesa *Evergreen*, aunque era de propiedad japonesa.

parte de nuestro sistema productivo. Afortunadamente para España, el *Evergiven* no debía escalar en nuestros puertos.

2.2. La industria marítima y los gases de efecto invernadero

A pesar del crecimiento moderado del número de embarcaciones y el aumento colosal de sus dimensiones, el porcentaje de los gases de GEI generados por el transporte marítimo de mercancías y pasajeros se ha mantenido bastante estable las últimas décadas. Pese a ello, está en el centro del debate y en el punto de mira de la opinión pública cuando se habla de combatir el cambio climático que provocan los GEI.

Actualmente, se calcula que el transporte marítimo es responsable de cerca de un 3 por 100 de los GEI. Un porcentaje similar al de unas décadas atrás. ¿Cómo ha conseguido la industria marítima contener los GEI que genera a pesar del crecimiento extraordinario del volumen de mercancías transportadas y de las millas náuticas recorridas por las naves mercantes, por vía marítima, desde finales de los años setenta?

La contención de los GEI generados por la industria se debe a distintos factores, aunque cabría destacar principalmente a dos de ellos. La mejora en la eficiencia medioambiental de los motores de las embarcaciones (especialmente en la contención del consumo de carburante, pero también en el deslizamiento de las naves por el agua y en el diseño de los buques y cascos) y el crecimiento extraordinario de las dimensiones de los barcos. Últimamente también ha contribuido a ello, el uso de otro tipo de combustibles más bajos en intensidad de carbono, pero hablaremos de ello más tarde. Otros combustibles, neutros en carbono, que poco a poco se van introduciendo en la industria marítima, contribuirán todavía más a ello. El metanol parece ser la estrella emergente en este ámbito, seguido del amoníaco a una distancia considerable. Sin embargo, el impacto de estos combustibles en la contención de los GEI generados por la industria marítima es todavía, desafortunadamente, insignificante.

Se puede por tanto afirmar, de forma objetiva, que el transporte marítimo de mercancías (y también de pasajeros) tiene un impacto muy limitado en la generación de GEI causantes del cambio climático. Si eliminásemos la totalidad de los barcos mercantes y de pasajeros de nuestros mares, nos seguiría quedando el 97 por 100 aproximadamente de los GEI actuales.

Veremos posteriormente qué está haciendo la industria y los reguladores, para reducir todavía más este porcentaje.

2.3. Los otros efectos nocivos para el medio ambiente de la industria marítima

Los GEI no son, obviamente, el único impacto negativo del transporte marítimo en el medio ambiente. Como prácticamente cualquier actividad económica genera otras externalidades negativas. En materia medio ambiental, los principales efectos nocivos de la industria marítima de transporte de mercancías y pasajeros (excluida por tanto aquella que se dedica a la pesca que no es objeto del presente capítulo) son los siguientes:

— *Emisión de otros contaminantes distintos a los GEI.* El uso de los combustibles fósiles, especialmente el fueloil que hoy en día es todavía el principal carburante usado por la navegación marítima, genera otros contaminantes. Algunos de ellos, especialmente nocivos para la salud de las personas si son aspirados en cantidades importantes. Se trata sobre todo de los óxidos de nitrógeno (NOX), partículas pequeñas (PM) y óxidos de azufre (SOX). Cuando los barcos escalan en los puertos, en particular en aquellos situados en entornos urbanos, estas emisiones empujadas tierra adentro por la brisa marina, pueden comportar niveles elevados de contaminación en el aire de las ciudades. Cabe distinguir en este ámbito entre los SOX y el resto. En las ciudades portuarias de los países desarrollados (incluidas las del norte del Mediterráneo como son las españolas, francesas e italianas), su presencia en el aire se debe básicamente a los barcos atracados en puerto. Afortunadamente, sin embargo, los SOX no son hoy en día un problema grave de salud pública, ya que la concentración de los mismos en el aire de las grandes ciudades portuarias europeas (como por ejemplo pueden ser Barcelona y Valencia) es pequeña y está lejos de los límites considerados como perjudiciales para la salud por la OMS y la propia Unión Europea. Además, las regulaciones internacionales, especialmente de la Organización Marítima Internacional (OMI en sus siglas en español), han ido reduciendo la cantidad permitida de SOX en el combustible marino. Así, en enero del 2020 entró en vigor una nueva regulación de la OMI que reducía el límite máximo de presencia de SOX en este del 3,5 por 100 al 0,50 por 100, eliminando por tanto de golpe en casi un 80 por 100 la cantidad permitida de SOX que usan los carburantes de los barcos mercantes y de pasajeros. Además, existen en el mundo zonas especialmente protegidas (California, Báltico, etc.) en las que este límite máximo se reduce todavía más, hasta el 0,1 por 100. Es lo que ocurrirá en el Mediterráneo en 2025 de acuerdo con la normativa aprobada por la OMI. De un plumazo, y en el lapso de solo cinco años, se habrá reducido por tanto en más del 90 por 100 la cantidad de SOX permitida en los combustibles marinos de los barcos que navegan por el Mediterráneo. En cuanto a las emisiones de NOX

y PM, las que generan los barcos atracados en los puertos en relación con el volumen total que se encuentra en el aire de las ciudades que los acogen, se ha ido reduciendo progresivamente en los últimos años, gracias a mejoras tecnológicas y al uso de combustibles más limpios, como por ejemplo el GNL. De tal modo, que los barcos en ciudades como Barcelona son responsables de un pequeño porcentaje y decreciente, de los NOX (cerca del 10 por 100) y PM (menos del 3 por 100). Combustibles alternativos, como por ejemplo el GNL, por otra parte, eliminan la totalidad o práctica totalidad de emisiones de SOX. En este ámbito, por tanto, en el siglo XXI se está avanzando en la dirección adecuada.

— *Los desechos sólidos y líquidos que generan los buques.* Antigüamente los buques solían echar al mar todos los desechos que generaban, líquidos y sólidos. Con el paso de los años, y el endurecimiento de estrictas regulaciones aplicables a la gestión de dichos residuos, la práctica se abandonó y la mayoría de ellos son recogidos en los puertos para su destrucción y reciclaje. En este ámbito, el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, (MARPOL) supuso un punto de inflexión. Es el principal convenio internacional que versa sobre la prevención de la contaminación del medio marino por los buques a causa de factores de funcionamiento o accidentales. En el Convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos. En la mayoría de tales anexos figuran zonas especiales, como por ejemplo el Mediterráneo, en las que se imponen medidas y normativas todavía más estrictas, respecto de las descargas operacionales. Aun así, subsisten, aunque cada vez menos, prácticas nocivas que incumplen la normativa aplicable y siguen vertiendo ilegalmente residuos a mar abierto. Los controles por parte de los organismos internacionales en aguas internacionales son limitados debido a su falta de recursos y, en especial, a la falta de autoridad y capacidad coercitiva suficiente. El cumplimiento de las disposiciones del convenio MARPOL corresponde a las autoridades marítimas de los estados miembros. El control en aguas internacionales por tanto sigue siendo complejo, como se ha visto, por ejemplo, recientemente, en otro ámbito muy significativo como es el de la aplicación a las sanciones a Rusia cuando hablamos de la compra y transporte por vía marítima del petróleo ruso. Este se ha seguido vendiendo y transportando aprovechando que el mismo se puede pasar, casi con toda impunidad, de un barco a otro en alta mar, para ser posteriormente descargado sin problemas en muelles y terminales portuarias de todo el mundo, también en España. Los controles para evitarlo solo pueden ser realmente efectivos por parte de autoridades nacionales y mediante una acción coordinada internacional en aguas internacionales. Lo que se hizo de

forma parecida, por ejemplo, para reducir los ataques de piratería en las aguas somalíes a principios de este siglo.

— *El ruido.* Los barcos cuando navegan en alta mar y maniobran en los puertos generan ruidos que pueden ser muy molestos para personas y perjudiciales para la fauna marina. La operativa portuaria, también puede provocar sonidos molestos para los trabajadores portuarios y para los vecinos que viven en los barrios más cercanos. La OMI y las autoridades nacionales y regionales de distintos países han aprobado legislación y todo tipo de medidas para reducir el impacto acústico marino y aéreo de las embarcaciones. A nivel internacional y nacional, la principal preocupación a nivel acústico, especialmente en países de América del norte y Escandinavia, ha sido fomentar la disminución de los sonidos submarinos hidro acústicos que generan los grandes barcos mercantes y cruceros y que pueden ser dañinos para los animales, especialmente para mamíferos marinos como las ballenas. El puerto de Vancouver, líder en este ámbito en todo el mundo, dispone por ejemplo de un completo Plan de Gestión del Sonido Subacuático, cuyo objetivo es reducir las afectaciones a los mamíferos marinos. En virtud del plan, por ejemplo, se ofrecen desde 2017 descuentos en las tasas portuarias a las embarcaciones que se acojan a prácticas que reduzcan los sonidos subacuáticos. Hay que tener en cuenta, que el mismo puerto y sus aguas de acceso, son el hábitat natural de ballenas y otros mamíferos marinos. El plan también incluye medidas para minimizar el ruido subacuático que generan otras actividades marítimo-portuarias como son el dragado y la construcción de las grandes infraestructuras portuarias como diques y terminales.

También, especialmente cuando están atracados en los puertos, las máquinas de los barcos y la operativa de carga y descarga de los mismos, genera ruidos molestos para las personas, especialmente aquellas que viven en los barrios colindantes a los puertos. Los puertos y armadores han adoptado distintas medidas a lo largo y ancho del sistema portuario internacional para reducir estas molestias. Silenciadores en la ventilación de la sala de máquinas y en los conductos de ventilación, rampas metálicas engomadas para evitar el ruido de los vehículos al descender del barco, etc., son algunas de ellas. También la colocación de forma estratégica de muros de contenedores vacíos para actuar de barreras de sonido, de forma parecida a lo que se hace en las autopistas y carreteras a su paso por entornos habitados. Es lo que se hace, por ejemplo, en el puerto de Marsaxlokk en Malta, el más grande del país, y situado prácticamente dentro de un entorno urbano.

En el norte del Mediterráneo, de forma creciente, se han alejado las operaciones portuarias de los entornos urbanos para evitar o reducir las molestias que estas generan para los vecinos de los puertos históricos, también por culpa del ruido. Es lo que ha ocurrido por ejemplo en

Barcelona, cuyas operaciones principales de carga y descarga se han trasladado hacia el sur y en Marsella, con el desarrollo de las terminales de contenedores de Marsella Fos al oeste del puerto tradicional.

— *La propagación de especies invasoras.* La navegación ha sido desde sus orígenes una de las principales vías de transmisión de gérmenes, enfermedades y especies invasoras. Hasta la aparición de otros medios de transporte a gran escala de mercancías y personas (trenes, coches, camiones y aviones) las enfermedades también tenían en los barcos (en los pasajeros y animales, roedores e insectos, que transportaban) sus principales medios de transmisión. Se dice que la peste negra llegó a Europa a través de barcos genoveses provenientes del mar Negro que habían estado previamente en contacto con la enfermedad. Con la aparición de los trenes y aviones, las enfermedades dispusieron de otras vías de transmisión más efectivas. En cambio, las especies invasoras siguen teniendo en los barcos mercantes sus principales vías de propagación. Estas viajan «escondidas» en las anclas o redes de pesca, incrustadas o enganchadas en los cascos de las naves y, sobre todo, en el agua de lastre (*ballast water* en inglés) que llevan los barcos para estabilizarlos y que se vacía y renueva de forma regular. Se cree que anualmente se transportan entre tres y cinco millones de toneladas de agua de lastre. El alto potencial de transmisión de especies de todo tipo a través de esta agua llevó a la OMI a redactar y aprobar en 2004 una convención (*International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*) para regular la gestión de dicha agua y evitar en la medida de lo posible esta propagación. Dicha convención ha permitido reducir la capacidad de propagación de especies invasoras a través del agua de lastre, aunque difícilmente la puede eliminar por completo, como podemos comprobar con varias especies invasoras en expansión en la costa mediterránea española y sus ríos. En el caso del Mediterráneo, evidentemente el Canal de Suez y los barcos que por el transitan son la principal vía de entrada de especies invasoras, ya muy habituales en sus aguas, como son el pez león proveniente del Índico y el alga *Caulerpa cylindracea*. En el Mediterráneo Oriental es donde estas especies invasoras han causado más estragos, cambiando, en el algún caso de forma radical, los ecosistemas marinos de las costas de Turquía, Líbano, Chipre y algunas islas griegas. Es quizás, solo cuestión de tiempo, que algo parecido ocurra en las costas del Mediterráneo Occidental.

— *Los accidentes marítimos.* La opinión pública, menos joven y más informada, recuerda probablemente los nombres de solo cinco o seis embarcaciones de la época moderna. *Endurance* (el barco expedicionario a la Antártida que quedó encallado a principios de siglo en el continente blanco dando lugar a una odisea épica y trágica), *Titanic*, *Achille Lauro* (un crucero conocido por su secuestro a manos de un comando palestino y el asesinato de un pasajero), el *Evergiven* antes

mencionado y los petroleros *Prestige* y *Exxon Valdez*, de tan infausto recuerdo. Lo que viene a continuación versa evidentemente sobre estos dos últimos. No son los únicos, pero son dos de los accidentes más recordados y de los más graves, de naves mercantes, en concreto de petroleros, que provocaron vertidos masivos en el mar de este carburante. El accidente del *Exxon Valdez*, en marzo del 1989 en las costas de Alaska, se considera como un punto de inflexión en la navegación marítima y en las medidas de seguridad y control aplicables al transporte del otrora conocido como oro negro. Se derramaron unos cuarenta millones de litros de petróleo. A raíz de este gravísimo accidente que provocó enormes daños en los ecosistemas marinos de las zonas afectadas, autoridades nacionales y organismos multilaterales como la OMI endurecieron la legislación y controles aplicables al transporte por vía marítima de carburantes para evitar nuevos vertidos, obligando a una modernización de la flota de petroleros y a la adopción de estrictas medidas de seguridad en su diseño y operatividad. En los Estados Unidos se aprobó el año siguiente la *Oil Pollution Act* y, a propuesta de los Estados Unidos, la OMI introdujo modificaciones equivalentes en el convenio MARPOL.

— *El desguace de las embarcaciones.* Cuando una compañía propietaria de un barco se quiere deshacer de él y no consigue comprador para el mismo en condiciones aceptables para seguir navegando con usos comerciales, se envía a desguace. La inmensa mayoría de desguaces se hacen en países del subcontinente indio, India, Pakistán y Bangladesh. Los barcos se desguazan para posteriormente aprovechar sus restos (especialmente acero) y reciclarlos y revenderlos. La operación de desguace, que muy a menudo se realiza en las playas de estos países dando lugar a estampas verdaderamente distópicas (enormes carcasas de navíos en descomposición varadas en la playa rodeadas por maquinaria de desguace y transporte y centenares de personas trabajando en condiciones muy precarias), genera residuos de todo tipo que a menudo son vertidos al mar sin ningún tipo de control. De hecho, buena parte de la contaminación actual en nuestros océanos por hidrocarburos no proviene de vertidos de barcos en funcionamiento que han sido prácticamente eliminados, gracias a la adopción de medidas estrictas de seguridad a raíz de los accidentes del *Exxon Valdez* y el *Prestige*, sino del proceso de desguace de los barcos en el subcontinente indio. Sus pinturas, aislantes, lubricantes, y decenas de productos químicos de todo tipo, también acaban a menudo en el Océano Índico. La OMI también ha desarrollado legislación específica sobre la materia. La conocida como Convención de Hong Kong de 2009 (*International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships* en su título en inglés) establece medidas más estrictas para el reciclaje y destrucción de las embarcaciones. Su entrada en vigor se ha demorado más de lo necesario por las reticencias de muchos estados a suscribirla.

Finalmente, debería entrar en vigor en 2025. Esperemos que cuando lo haga, como ha ocurrido con otras reglamentaciones de la OMI que tardaron años e incluso décadas en entrar en vigor, suponga un cambio de paradigma en estos procesos de desguace y reciclaje de los buques mercantes y de pasajeros.

3. LA INDUSTRIA MARÍTIMA ANTE EL RETO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1. Del *slow steaming* a los combustibles neutros en carbono

La industria marítima, sensible a la presión de la opinión pública y forzada por el marco regulatorio cada vez más exigente, ha hecho últimamente grandes avances para reducir las externalidades negativas, especialmente medio ambientales, de su actividad. Dado el escaso espacio disponible en el capítulo presente, nos centraremos en los pasos realizados por la industria (armadores y puertos, sobre todo) para descarbonizar su actividad. Es este el principal reto medioambiental de la humanidad, por lo que tiene sentido hacerlo. No obstante, como hemos visto en el capítulo anterior, también en los otros ámbitos la industria marítima, de la mano de los reguladores nacionales e internacionales, ha efectuado importantes cambios para reducir sus externalidades negativas. He intentado explicarlos sucintamente.

En la lucha por la descarbonización de su actividad los primeros pasos realmente serios por parte de la industria marítima se tomaron con el cambio de siglo. Como hemos dicho anteriormente, el desarrollo de motores cada vez más eficientes en el uso de combustible combinado con embarcaciones más grandes y mejores cascos y hélices, había conseguido contener las emisiones de GEI de la industria marítima durante las dos últimas décadas del siglo xx pese al crecimiento enorme del tráfico, especialmente entre el Extremo Oriente y Occidente (Unión Europea y Estados Unidos).

A partir de la crisis financiera del 2008, sin embargo, se tomaron medidas más ambiciosas y, hasta cierto punto, «revolucionarias». En primer lugar y aunque el objetivo de reducir las emisiones de GEI no fuese el primordial, en los años posteriores a la crisis se consiguió reducir las emisiones de la industria marítima gracias a la combinación de un descenso de la demanda y la aplicación de la práctica del *slow steaming* o navegación lenta. Como respuesta a la caída de la demanda en los años inmediatamente posteriores al estallido de la crisis y para compensar los resultados negativos que esta ocasionaba en la cuenta de resultados de las grandes navieras, estas empezaron a usar masivamente la navegación lenta, especialmente en las relaciones entre Asia y

Occidente. Reducir la velocidad entre cinco y diez nudos, respecto a la velocidad usada por las naves hasta 2008, conllevó una reducción muy significativa del principal coste operativo de los armadores, el consumo de carburante y, por consiguiente, una reducción substancial de los GEI, especialmente el CO₂. Se han hecho incontables estudios sobre el impacto en la reducción de las emisiones de CO₂ gracias a la práctica del *slow steaming*. En todos ellos, se aprecia el impacto positivo muy relevante que esta práctica ocasiona. A modo de resumen, una reducción entorno del 10 por 100 de la velocidad de navegación, ocasiona una reducción del 30 por 100 de las emisiones de CO₂ cuando el barco es propulsado por fuel con bajo contenido en SOX. Dicha reducción es superior, cerca del 50 por 100, cuando el carburante utilizado es el GNL. Otros estudios señalaban que una reducción de un solo nudo de velocidad implicaba una reducción equivalente del 9 por 100 de todas las emisiones contaminantes.

El cambio más significativo, sin embargo, llegaría un poco más tarde. A mediados de la década anterior, empezaron a navegar barcos propulsados por GNL. Primero era pequeñas embarcaciones y poco a poco fueron incrementando sus dimensiones hasta llegar a la actualidad en que el barco más grande del mundo que usa GNL como combustible es el de la compañía *CMA CGM Jacques Saade* con una capacidad de carga de más de veintitrés mil TEU. El uso del GNL permite reducir sustancialmente las emisiones de SOX, NOX y PM, por lo que es especialmente adecuado para los barcos que tienen que fondear o atracar cerca o en medio de entornos urbanos, ya que reducen de forma muy relevante las emisiones que la brisa marina empuja hacia el centro de la ciudad. En cambio, las emisiones que generan de GEI, son parecidas a las del fuel. Hay cierta controversia al respecto, ya que algunos estudios apuntan a que producen menos emisiones de GEI que el fuel. Otros, sin embargo, señalan que son parecidas o incluso superiores, en parte por las «fugas» de metano que provoca su uso en la navegación marítima. El metano tiene un efecto negativo sobre el cambio climático muy superior incluso al de las emisiones de CO₂.

Es en el ámbito del desarrollo de combustibles alternativos neutros en carbono, dónde la industria, los reguladores y las compañías energéticas están invirtiendo más esfuerzos. Porque, más allá de lo conseguido hasta ahora gracias a los avances en ingeniería naval y otras medidas que repasaremos más adelante, el auténtico punto de inflexión en la reducción de los GEI que genera la navegación marítima se producirá cuando se sustituyan los combustibles fósiles (fuel y GNL) por combustibles alternativos neutros en carbono.

Actualmente, todavía no existe ni es viable un combustible neutro en carbono disponible masivamente para la navegación marítima, pero todo parece indicar, que pronto lo habrá. Ni se producen en suficiente

cantidad todavía ni los barcos (sus motores especialmente) están preparados para usarlo de forma exclusiva o prioritaria. En este ámbito, sin embargo, se ha producido una aceleración de la investigación y el desarrollo en los dos últimos años. Efectivamente, antes de la pandemia la llegada de combustibles alternativos libres en carbono parecía una quimera y las voces más optimistas situaban su generalización más allá de los años cuarenta de este siglo. La urgencia climática, la sensibilización de la opinión pública y la industria y el endurecimiento de las regulaciones ha comportado una aceleración impensable antes de la pandemia del Covid-19. Los proyectos de investigación sobre combustibles alternativos se multiplican por doquier. La producción y almacenamiento de algunos de ellos (metanol especialmente) se empieza de forma embrionaria en distintos puntos del planeta. Los armadores encargan decenas de barcos con motores duales que pueden funcionar con metanol y petróleo. Se ponen en funcionamiento naves, pequeñas todavía, que navegan con amoníaco o baterías eléctricas. El sector, vive una auténtica vorágine de proyectos e iniciativas. Y en general, el metanol verde se erige como el primer ganador de esta carrera hacia la descarbonización del transporte marítimo.

En España, *Maersk* y el Gobierno Español, anunciaron un acuerdo para desarrollar dos plantas de producción de metanol en Andalucía y Galicia. La primera de ellas, a día de hoy, parece ser que se ubicará en la provincia de Huelva.

En julio del 2023, en Singapur, se produjo la primera operación de avituallamiento barco-a-barco (*bunkering*) de metanol. Una primicia mundial, que abre un camino todavía inexplorado.

De acuerdo con un informe publicado por la consultora de los Países Bajos, *DNV*, en marzo del 2023 existían ya veinticinco barcos propulsados por metanol y había ochenta y uno más que habían sido encargados a astilleros de todo el mundo. Prácticamente cada mes, se anuncian nuevos encargos a los astilleros coreanos y chinos (que acaparan más del 70 por 100 de las peticiones mundiales de nuevas construcciones de barcos portacontenedores) de barcos con motores capaces de funcionar con metanol.

En resumen, todo parece indicar que más pronto que tarde veremos navegar por el Mediterráneo y escalar en nuestros puertos, barcos propulsados por metanol que no emitan prácticamente ningún GEI. El uso de estos combustibles alternativos neutros en carbono es probable que llegue antes a los barcos mercantes que a los de pasajeros y especialmente a los grandes cruceros, por cuestiones ligadas a la seguridad y la capacidad de transporte de estos combustibles por uno u otro tipo de embarcación.

La aceleración de la investigación en combustibles alternativos neutros en carbono se ha producido también por el endurecimiento de la legislación aplicable a la navegación marítima. En este ámbito, la Unión Europea ha sido quién ha tomado recientemente la delantera, tras unos años timoratos en que los Estados Unidos y algunos países escandinavos habían sido más exigentes y ambiciosos.

Las distintas medidas incluidas en el paquete legislativo conocido en sus siglas en inglés como *Fit for 55* (en honor al objetivo de reducir en un 55 por 100 las emisiones de GEI en la Unión Europea) que se empezó a discutir de forma seria en plena pandemia, han sido aprobadas sucesivamente a lo largo de los últimos doce meses. La inclusión del transporte marítimo en el régimen de comercio de las emisiones (*Emission Trading System*), la regulación sobre la infraestructura para combustibles alternativos (*AFIR, Alternative Fuel Infrastructure Regulation*), la regulación sobre combustible marítimo de la Unión Europea (*EU fuel maritime*), entre otras medidas, imponen obligaciones a la industria y a los puertos que les empujan a adoptar combustibles alternativos neutros o muy bajos en carbono, si no quieren ser expulsados de la Unión Europea u obligados a pagar compensaciones millonarias.

En los puertos europeos y mediterráneos en particular, el paquete *Fit for 55* ha contribuido a acelerar la implantación de estrategias ya en curso para descarbonizar la actividad portuaria, que hasta entonces iban a un ritmo más lento. En puertos como los de Barcelona, Algeciras y Valencia, es dónde esto se ha hecho más evidente. En este ámbito, el ritmo en los proyectos de descarbonización en las dos orillas mediterráneas es muy distinto. En el norte europeo, los proyectos aceleran. En el sur, en cambio, dónde las infraestructuras y operaciones portuarias padecen todavía problemas estructurales más básicos (con la excepción de los grandes puertos marroquíes y algunos egipcios, turcos e israelíes), la descarbonización no figura todavía como una de las grandes prioridades.

3.2. Los puertos mediterráneos en la lucha contra el cambio climático

Los principales pilares de la estrategia de descarbonización en los puertos europeos, mediterráneos y españoles son los siguientes:

— *Electrificación de los muelles*. Lo que ya es una realidad en los puertos californianos y algunos escandinavos hace más de una década, ha tardado en llegar aquí. Los motivos que explican el retraso en el continente europeo y el mediterráneo en la electrificación de los muelles, son básicamente dos. La inexistencia de un marco regulatorio que obligara a ello y el precio más elevado de la electricidad en comparación con los combustibles fósiles que se usan para la navegación

marítima. Ante la ausencia de estos dos incentivos, los puertos, terminales privadas y armadores, no han querido avanzar en la instalación en buques y muelles de conexiones eléctricas, para que los barcos, durante su atraque en puertos, utilicen la electricidad para hacer funcionar sus motores auxiliares, en vez de quemar fuel o LNG. Afortunadamente, la emergencia climática, la aprobación de normativa más estricta, la disminución del precio de la electricidad, y la voluntad de operadores públicos y privados de combatir el cambio climático, han impulsado definitivamente la electrificación de muelles en Europa, el Mediterráneo y España. De tal forma que, a lo largo de los años 2024, 2025 y 2026, la gran mayoría de dársenas portuarias europeas (en el norte y en el Mediterráneo) van a disponer de puntos de conexión eléctrica (*Onshore Power Supply*, OPS, en la terminología inglesa) en las principales terminales de contenedores, ferris y cruceros. Es el caso de Barcelona, por ejemplo, el primer puerto español que debería disponer de OPS en una terminal de contenedores. Es importante resaltar que la legislación del paquete *fit for 55* convertirá prácticamente en irrelevante el precio de la electricidad en la toma de decisión de si conectarse o no a la electricidad por parte de los buques. Las penalizaciones y costes asociados a no hacerlo y seguir quemando carburante para los motores auxiliares serán superiores, especialmente a partir del año 2030.

— *Generación de energías renovables.* La electrificación de los muelles para la conexión de los barcos debe ir acompañada del aprovisionamiento de energías renovables. A ello están dedicando un sinfín de recursos distintos puertos europeos. El espacio portuario puede ser un lugar idóneo para la generación de energía eólica y solar que luego puede ser usada para el funcionamiento ordinario de las distintas terminales y los buques atracados en sus muelles. Sin embargo, la energía renovable que se genere en territorio portuario difícilmente será suficiente para el funcionamiento ordinario de los grandes puertos mediterráneos como son Tánger, Algeciras, Valencia, Barcelona, Marsella, Génova, Pireo, Port Said, Gioia Tauro y Marsaxlokk. La tendencia hacia la electrificación, impulsada por la automatización de las terminales de contenedores y el despliegue del OPS especialmente, incrementa todavía más si cabe la necesidad de electricidad en las grandes dársenas portuarias mediterráneas. Por ello, los puertos deberán garantizarse el aprovisionamiento de una cantidad muy elevada de electricidad renovable del sistema general más allá del que puedan llegar a generar en su propio territorio.

— *Fomento de la intermodalidad, especialmente ferroviaria.* El uso de los trenes para encaminar mercancías desde o a los puertos ha sido la principal contribución que han hecho hasta ahora los puertos y sus operadores públicos y privados para la descarbonización de su actividad. Con ello, han eliminado millones de trayectos en camión que de otra forma hubiesen seguido circulando en largas distancias

generando importantes cantidades de GEI. En países como Alemania, aproximadamente el 30 por 100 de los contenedores que entran y salen de sus grandes puertos marítimos, Hamburgo y Bremen, lo hacen en tren. En Rotterdam y Amberes, los dos principales puertos del continente, el porcentaje es inferior, entorno al 15 por 100. Allí, sin embargo, como en los puertos alemanes, aunque en estos en menor medida, una gran parte del tráfico portuario se encamina hacia o desde los distintos orígenes y destinos en el continente, con barcazas de tamaño pequeño y mediano que utilizan las vías navegables que conectan el puerto con su *hinterland* (área de influencia tierra adentro a la que da servicio). En el Mediterráneo, en el norte del Adriático por ejemplo, el porcentaje de contenedores y semirremolques cargados y descargados en los puertos de Koper (Eslovenia), Rijeka (Croacia) y Trieste (Italia) que son distribuidos en tren, es incluso porcentualmente superior respecto al camión, al de los puertos del norte de Europa. En España, el crecimiento del tráfico ferro-portuario ha sido más reciente. En el último decenio, el uso del tren para evacuar o hacer llegar mercancías a los puertos españoles ha crecido sin embargo de forma espectacular. El puerto de Barcelona es quien lidera esta estadística, gracias al desarrollo de servicios ferroviarios competitivos para contenedores y coches con ciudades como Zaragoza, Burgos, Tarragona y Monzón. Los puertos de Valencia, Bilbao y Algeciras, aunque con menores porcentajes que el puerto catalán, también han tenido un éxito muy relevante en este ámbito. En este sentido, las principales fábricas de automoción de la península (en Martorell, Figueruelas, Almussafes, Landaben, etc.) han sido grandes aliadas de los puertos en la descarbonización del transporte de sus vehículos. Buena parte de los que exportan por vía marítima a otros continentes, son trasladados en trenes dedicados desde sus fábricas hasta los muelles dónde se cargan en los barcos porta coches.

Las conocidas como autopistas del mar (servicios de ferry para camiones o mixtos para camiones y pasajeros y vehículos privados) que conectan distintos puntos del mediterráneo, también han contribuido a sacar de las carreteras europeas mediterráneas, en la última década, millones de trayectos en camión. En especial, los servicios marítimos que conectan los puertos españoles mediterráneos con sus homólogos italianos y los que hacen lo mismo entre Turquía y el norte del Adriático. Recientemente, también se han incrementado los servicios que conectan el país otomano con puertos mediterráneos franceses como Sète y Toulon y españoles como Tarragona. Estos servicios permiten que los camiones (con los motores apagados evidentemente) realicen buena parte de su recorrido dentro de un barco en vez de cruzar, por ejemplo, buena parte de España, Francia e Italia por sus autopistas. Ello permite no solo una reducción considerable de las emisiones de GEI y otros contaminantes por unidad o tonelada transportada, sino también la eliminación de otras externalidades negativas como el rui-

do, los accidentes de tráfico y la congestión viaria. Esto ha tenido un impacto especialmente positivo, pese a lo que pudiera parecer, en vías de comunicación muy saturadas como son la autopista AP-7, ahora sin peajes, que recorre la costa mediterránea española y su continuación por Francia e Italia.

— *Avituallamiento de combustibles alternativos (principalmente GNL de momento)*. Como hemos visto anteriormente, el principal elemento para la descarbonización de la industria marítima y contribuir a la lucha contra el cambio climático, también en el Mediterráneo, sería la utilización de combustibles o métodos de propulsión marítima neutros en carbono. Como hemos visto también, se están produciendo avances muy importantes en este ámbito que tienden a acelerarse. Por ello, las principales dársenas europeas y compañías energéticas están planificando inversiones astronómicas para poder avituallar los buques de mercancías y pasajeros con estos combustibles alternativos cuando su uso se generalice. Hemos visto ya las inversiones importantes aprobadas por Maersk para proveer metanol a sus buques. Proyectos similares están floreciendo a doquier por todo el mundo y el Mediterráneo. Se reproduce lo que entre cinco y diez años antes tuvieron que planificar y ejecutar muchos puertos y empresas energéticas para proveer de GNL a los buques que empezaban a funcionar con este combustible más limpio.

— *Economía circular*. Como hemos visto anteriormente, los buques generan muchos residuos sólidos y líquidos. En virtud de las mejoras introducidas en su gestión en las últimas décadas, sobre todo gracias a la aprobación y sucesivas modificaciones del convenio MARPOL de la OMI, su recogida en puertos es aprovechada para su reciclaje y uso para la fabricación de otros productos. Un ejemplo muy significativo de lo que se conoce como economía circular y que ha tenido en los residuos de la navegación marítima un ejemplo paradigmático las últimas décadas.

4. SÍNTESIS Y EL FUTURO

La industria marítima ha evolucionado enormemente en las últimas décadas. Ha pasado de ser un sector con controles escasos y prácticas medioambientalmente insostenibles, a convertirse en una industria sometida a enorme vigilancia y que ha adoptado (a regañadientes quizás) nuevos estándares de funcionamiento impensables solo treinta años atrás.

Los armadores y propietarios de barcos han evolucionado, y han interiorizado, a las buenas o a las malas, la necesidad de reducir las externalidades negativas, especialmente medioambientales, que produce su actividad.

Por ello, se puede afirmar, evitando en todo momento caer en excesivos triunfalismos ya que queda trabajo por hacer evidentemente, que se trata de un sector, en general y con excepciones como no puede ser de otra forma, respetuoso con el medio ambiente y que sigue invirtiendo enormes recursos humanos y materiales en mejorar su comportamiento medioambiental.

Curiosamente, tras los trágicos accidentes del *Exxon Valdez* y el *Prestige*, la opinión pública ha centrado sus críticas en la industria en su impacto en la generación de GEI. Un ámbito en el que, contrariamente a lo que cree buena parte de la opinión pública y algunas autoridades, el impacto de la industria es reducido, entorno al 3 por 100 como hemos visto. Una cifra que se ha mantenido bastante estable los últimos años, a pesar del crecimiento del sector, gracias a la ingeniería naval y la normativa aplicable cada vez más estricta.

En este ámbito, que es el más acuciante hoy en día ya que los GEI son los principales responsables de la aceleración del cambio climático responsable de la actividad humana, lo que parecía una quimera antes de la pandemia, va cogiendo visos de realidad a marchas forzadas. La comercialización a gran escala de combustibles alternativos a los fósiles, neutros en carbono. Es difícil predecirlo con exactitud y, más todavía, cuando el que escribe no es un científico, sino un profesional portuario con formación en ciencias sociales. Todo parece indicar, sin embargo, que antes del año 2030 veremos grandes barcos de carga surcar nuestros mares propulsados por combustibles alternativos neutros en carbono (o con baterías alimentadas por energías renovables). Y en la década siguiente, estos barcos podrían ser ya la mayoría de los que navegan por los océanos del mundo.

RESUMEN: La industria marítima ha evolucionado positivamente en las últimas décadas en materia de descarbonización. Pese al crecimiento enorme de tráfico marítimo (especialmente como consecuencia del crecimiento económico del Lejano Oriente encabezado por China y el traslado de la manufactura de Occidente a Asia), las emisiones de gases de efecto invernadero se han mantenido por debajo del 3 por 100 del total mundial gracias al gigantismo de los buques, las mejoras en la operativa y construcción de las embarcaciones y el funcionamiento más eficiente de los motores. Evidentemente queda un largo camino por recorrer hasta alcanzar el objetivo de conseguir una navegación marítima neutra en carbono. También para reducir otras externalidades del transporte marítimo. El artículo repasa esta evolución, la situación actual y las perspectivas de futuro de la industria ante el reto del cambio climático.

PALABRAS CLAVE: Industria marítima; puertos; Mediterráneo; cambio climático; transporte marítimo.

ABSTRACT: The maritime industry has evolved positively in recent decades in terms of decarbonization. Despite enormous growth in maritime traffic (especially as a consequence of Far East economic growth led by China and the shift of manufacturing from the West to Asia), greenhouse gas emissions have remained below 3 % of the global total. Thanks to the gigantism of the ships, the improvements in the operation and construction of the vessels and the more efficient operation of the engines. Obviously there is a long way to go to achieve the goal of achieving carbon-neutral maritime navigation. Also to reduce other externalities of maritime transport. The article reviews this evolution, the current situation and the future prospects of the industry in the face of the challenge of climate change.

KEYWORDS: Maritime industry; ports; Mediterranean; climate change; maritime transport.