

Buques impulsados por el viento y mitigación del Cambio Climático.

Capitán de Altura de Primera, Jorge Jiménez M.

“El buque de carga Vindskip (1) utiliza su casco como vela gigante



Aquí es donde entra 'Vindskip'; debido al bajo consumo de combustible, solo puede funcionar con LNG, lo que significa que no hay azufre en absoluto.

<http://www.eltambor.es/1237-pm-et-el-buque-de-carga-vindskip-utiliza-su-casco-como-vela-gigante/>

los barcos pueden diseñarse de manera más eficiente, usar el viento para ayudarlos a navegar o incluso, capturar su CO2 a bordo. (2)

List of Acronyms

Lista de Acrónimos

COP26.	The United Nations Conference on Climate Change. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DCS	Sistema de recopilación de Datos Obligatorio de la OMI
EEDI.	Índice de Diseño Eficiencia Energética para buques nuevos
EEXI	Índice de Eficiencia Energética de Barcos Existentes
GEI	Greenhouse gas. Gases de efecto invernadero
IMO	International Maritime Organization. Orga. Marítima Internacional
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships. Convenio Internacional para Prevenir Contaminación por los Buques
MEPC	Marine Environment Protection Committee. Comité de Protección del Medio Marino
PNUMA	United Nations Environment Program. Programa de las Naciones Unidas para el Medio
SEEMP	Plan de Gestión de Eficiencia Energética buques existentes

UNCTAD	UN Conference on Trade and Development Confeencia de las NN. UU. sobre Comercio y Desarrollo
UNEP	The United Nations Environment Programme. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Introducción

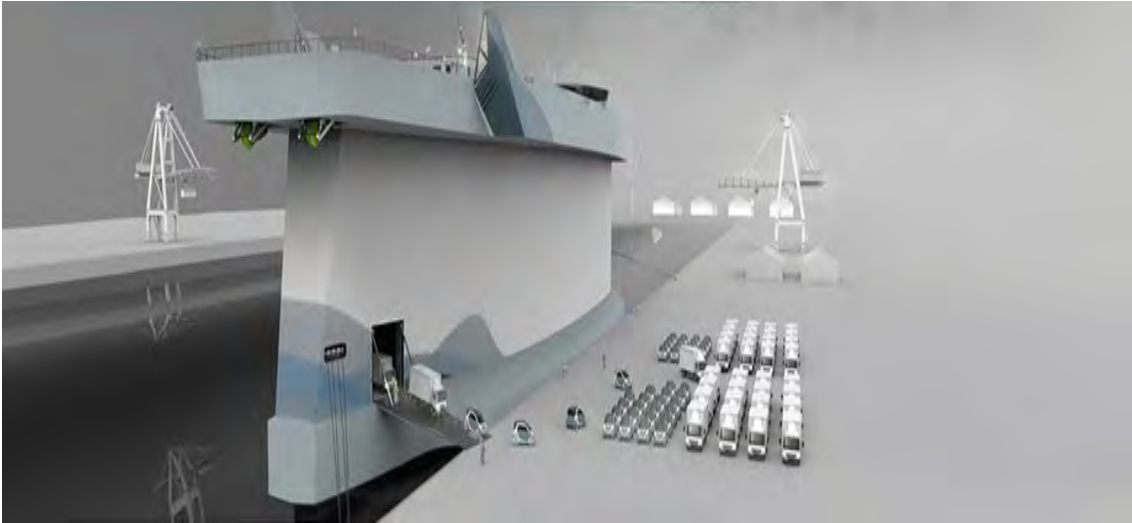
“Bajo el nombre de *Vindskip*, el diseño noruego utiliza los lados altos de sus barcos cargueros como velas; esto hace que la nave tenga un diseño aerodinámico que se mueve conducida por el viento, diseñado por Lade AS, la compañía con sede en Oslo, dice que el barco mercante híbrido, el cual aún tendría un motor que funcionaría con gas natural, podría ahorrar combustible en un 60% y reducir las emisiones en un 80%”. (3)

“Un gran buque de carga produce tanto azufre como 50 millones de automóviles. El transporte marítimo es esencial para el desarrollo sostenible en general y, del comercio en particular, pero antes necesita ponerse al día en la mitigación del cambio climático. La industria explora una serie de opciones que, según *Adamson*, siguen la vía adecuada gracias a la estrategia de emisiones de la Organización Marítima Internacional (OMI) (4). Entre ellas, se incluyen los transbordadores eléctricos e híbridos, buques que usan biocombustibles o células de combustible de hidrógeno, aún en fase de prueba y la propulsión asistida por el viento”. (5)

“La industria marítima mundial genera cada año más de mil millones de toneladas de emisiones de carbono, casi el 3% del total mundial, cantidad similar a la de la aviación. Para reducir esas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se necesitan nuevos combustibles y fuentes de energías alternativas, la eólica es una de ellas, que históricamente impulsó el sector marítimo”. (6)

1.- Un buque mercante de energía eólica

“Los noruegos constituyen una nación de gran tradición marinera. Tal vez, no es casualidad que precisamente un arquitecto naval noruego se proponga revolucionar la industria del transporte marítimo. No hablamos de pequeñas embarcaciones recreativas. *Terje Lade* piensa a lo grande: nada menos que 46 metros de altura tiene el coloso ecológico de carga que ha diseñado. Es la primera nave de transporte impulsada por el viento y por gas, con *60% menos de combustible y libera un 80% menos de emisiones*, afirma *Terje Lade*.



El concepto: Lo único es la forma del casco, tanto por encima como por debajo de la línea de flotación. <https://ladeas.no/the-concept/> (7)

La competencia entre los científicos e ingenieros por obtener una navegación de bajo consumo está en pleno apogeo. La razón: a partir de 2020, en determinadas zonas, los buques no deberán sobrepasar un máximo del 0,1 por ciento de azufre en su combustible (7). El azufre contamina el ecosistema marino. Un combustible con menos azufre, sin embargo, es mucho más caro que el carburante pesado utilizado hasta ahora. (8).

El viento se convierte en energía motriz dice Lade, como en un avión, sólo que la nave no es impulsada hacia arriba, sino hacia adelante. Un viento de 18-19 nudos haría que el barco navegara tan rápido como los convencionales. ¿Y si no hay viento? En ese caso utilizaría GNL.

El software debe calcular la ruta de forma que optimice la utilización de la fuerza del viento, evite por ejemplo, las tormentas y consiga la mayor velocidad posible. Datos aerodinámicos e hidrodinámicos, la fuerza del viento o la altura de las olas son algunos de los parámetros que hay que considerar en estos complejos cálculos.

Las grandes navieras ya han expresado sus dudas sobre la viabilidad del carguero. De hecho, no hay cifras definitivas sobre los costes de construcción y operación de la embarcación. Pero sería interesante saber si los grandes cargueros del futuro se moverán por la fuerza de los vientos y se deslizarán sobre los océanos respetando el medio ambiente". (9)

VIDEO	https://youtu.be/vJqqTp14FYo	Vindskip® Sustainable Ship Design.
	Tiempo. 2 m. 37 s.	

2.- Buques sin emisiones

“Si no conseguimos reducir las emisiones contaminantes de la industria marítima, nos dirigimos a un *desastre medioambiental*, dijo *Isabelle Durant*, subdirectora la UNCTAD durante la cumbre del *Foro Marítimo Mundial*.⁽¹⁰⁾ Punto de vista que comparte la OMI, cuyo portavoz, *Lee Adamson*, destacó en una entrevista con *Noticias ONU* que los actuales niveles de emisiones del transporte por mar son *inaceptables*.

Adamson añadió que la industria necesita una *nueva revolución de sus sistemas de propulsión, a fin de eliminar completamente del sector esas emisiones altamente contaminantes*.

Un buque contamina como 50 millones de coches, esta cifra sirvió para que *Durant*, durante un panel sobre la importancia de reducir drásticamente las emisiones del sector marítimo, destacara que la industria depende en gran medida de una forma de combustible pesado, que contiene una alta huella de carbono.

Durante la Cumbre, que se celebró en Singapur, *Durant* y sus colegas presentaron el *Examen del Transporte Marítimo 2019*, preparado por la citada Conferencia, que ratifica la necesidad de avanzar hacia la sostenibilidad ambiental, y, a su vez, destaca el gran impacto que han supuesto para el transporte marítimo, el cambio climático y la disrupción tecnológica durante la última década

Se necesita construir buques sin emisiones de carbono que sean más atractivos, desde un punto de vista comercial y orientar las inversiones a la utilización de tecnologías innovadoras sostenibles y hacia carburantes alternativos bajos y sin emisiones de carbono.

Múltiples tecnologías de futuro

La industria explora actualmente una serie de opciones interesantes, se incluyen entre ellos, los transbordadores eléctricos e híbridos, los buques que usan biocombustibles o células de combustible de hidrógeno, aún en fase de prueba y la propulsión asistida por el viento.

Por ejemplo, la compañía noruega de transbordadores *Color Line* está construyendo el buque híbrido eléctrico más grande del mundo, que transportará 2.000 pasajeros y 500 coches entre las ciudades de *Strømstad*, en Suecia, y *Sandefjord*, en Noruega” ⁽¹¹⁾

“La ceremonia de apertura de la feria naval noruega *Nor-Shipping*, fue el escenario de la entrega al barco híbrido enchufable *Color Hybrid* del premio *Next Generation Ship Award* del año 2017. Enfocado

a la innovación, el premio es entregado a los diseños más prometedores de barcos que estarán navegando durante la próxima década.



<https://vadebarcos.net/2017/06/20/el-buque-hibrido-enchufable-de-la-color-line-recibe-el-next-generation-ship-award/>

El ganador es un barco híbrido enchufable, en el que las baterías instaladas a bordo podrán recargarse de energía, enchufándose a las instalaciones en tierra, o a bordo mediante los generadores del propio buque. El buque, perteneciente a la compañía Color Line está siendo construido por *Ulstein* siguiendo el diseño de *Fosen Yard. Co.*, con 160 metros de eslora”. (12)

3. “ El Trabajo de la OMI para reducir los gases GEI

La OMI adoptó el primer conjunto de medidas obligatorias internacionales para mejorar la eficiencia energética de los buques el 15 de julio de 2011 .

La Estrategia inicial de los GEI para 2018, establece ambiciones clave. *Los principales objetivos son:*

- Reducir las emisiones anuales de los GEI del transporte marítimo internacional al menos a la mitad para 2050, en comparación con su nivel en 2008 y, trabajar para eliminarlos por completo lo antes posible en este siglo.
- Reducción en la intensidad de carbono, en al menos un 40% para 2030, con esfuerzos hacia el 70% para 2050.

Desde la adopción de la Estrategia, la OMI ha aprobado un Programa de acciones de seguimiento hasta **2023** y ha avanzado mucho en algunas de las medidas de reducción de los GEI a corto plazo. Éstas incluyen:

- adopción de la resolución MEPC (13) para invitar a los Estados miembros a fomentar la cooperación voluntaria entre los sectores portuario y marítimo para contribuir a reducir las emisiones de los GEI de los buques (resolución MEPC.323 (74)) (adoptada el 17 de mayo de 2019). Invitación a los Estados Miembros a fomentar la cooperación voluntaria entre los sectores portuarios y marítimos, a fin de contribuir a reducir las emisiones GEI de los buques.
- adopción por el MEPC 76 de enmiendas al Anexo VI del MARPOL sobre la medida de reducción de la intensidad de carbono basada en objetivos a corto plazo que establece medidas técnicas y operativas de eficiencia energética para los buques (EEXI y CII) (14); junto con la aprobación de una evaluación de impacto integral” (15).

“Estrategia revisada de GEI de la OMI para el transporte marítimo: detalles y reacciones.

Los Estados miembros de la OMI han adoptado una *Estrategia* revisada para reducir las emisiones GEI del transporte marítimo internacional, con objetivos mejorados para abordar las emisiones nocivas, se adoptó el viernes, julio 7, 2023, durante una reunión del (MEPC 80).



El Secretario General de MO, Kitack Lim, inaugura el MEPC 80. Foto cortesía de la OMI <https://gcaptain.com/imos-revised-ghg-strategy-for-shipping-details-and-reactions/>

La *Estrategia* tiene como objetivo lograr emisiones GEI netas-cero del transporte marítimo internacional cerca de 2050, con el compromiso de adoptar combustibles alternativos de GEI cero o casi cero para 2030 y puntos de control indicativos para 2030 y 2040.

La adopción de la Estrategia de emisiones GEI 2023, es un nuevo capítulo hacia la descarbonización marítima, dijo el Secretario General de

la OMI, *Kitack Lim*. *Al mismo tiempo, no es el objetivo final, es en muchos sentidos un punto de partida para el trabajo que debe intensificarse aún más en los años y décadas que tenemos por delante. Sin embargo, con la Estrategia revisada que han acordado ahora, tenemos una dirección clara, una visión común y metas ambiciosas que nos guían para cumplir con lo que el mundo espera de nosotros.*

Sobre todo, es particularmente significativo contar con el apoyo unánime de todos los Estados miembros. En este sentido, creo que tenemos que prestar más atención para apoyar a los países en desarrollo, en particular a los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados, para que nadie se quede atrás, dijo.

Detalles de la estrategia, según lo descrito por la OMI:

Los niveles de ambición que dirigen la Estrategia GEI de la OMI para 2023 son los siguientes:

.1 disminución de la intensidad de carbono del buque, mediante una mejora de la eficiencia energética de los buques nuevos a fin de revisar el objetivo de fortalecer los requisitos de diseño de eficiencia energética para buques;

.2 disminución de la intensidad de carbono del transporte marítimo internacional
reducir las emisiones de CO₂ por trabajo de transporte, como promedio en el transporte marítimo internacional, en al menos un 40 % para 2030, en comparación con 2008;

.3 adopción de tecnologías, combustibles y/o fuentes de energía con emisiones GEI nulas o casi nulas;

.4 Emisiones GEI del transporte marítimo internacional para llegar a neto-cero alcanzar el máximo de emisiones GEI del transporte marítimo tan pronto como sea posible y alcanzar emisiones GEI netas-cero, es decir, cerca del 2050, teniendo en cuenta las diferentes circunstancias nacionales, mientras se realizan esfuerzos para eliminarlas gradualmente, con el objetivo de temperatura a largo plazo establecido en el artículo 2 del Acuerdo de París (16).

Reacciones están llegando. A continuación se muestra un resumen:

Consejo Mundial de Transporte Marítimo (*John Butler, presidente y director ejecutivo del WSC*)

El transporte marítimo de línea ya está invirtiendo en barcos preparados para combustibles renovables y la decisión de hoy transmite una fuerte señal global de inversión para todo el sector marítimo.

Contamos con las naciones miembros de la OMI para continuar con el importante trabajo de desarrollar y adoptar un marco regulatorio sólido que hará que estos combustibles estén disponibles y sean competitivos. Los próximos dos años serán críticos: para que los objetivos de 2050 sean alcanzables, las naciones miembros de la OMI deben desarrollar y acordar un estándar global de combustible basado en el ciclo de vida y una medida económica para 2025, de modo que puedan implementarse para 2027

BIMCO. (The Baltic and International Maritime Council) (17)

BIMCO ve esto como innovador. La estrategia de reducción de GEI de la OMI recientemente adoptada, se traduce en una reducción de alrededor del 90% en promedio a nivel de barco individual, debido al crecimiento esperado de la flota. Y 2040 es solo dentro de 17 años.

El presidente de BIMCO, Nikolaus Schües, reconoce el cambio monumental que enfrenta ahora la industria del transporte marítimo y dice: *No puedo enfatizar lo suficiente a mis colegas de la industria que esto ya está sucediendo mientras hablamos. El profundo cambio en la forma en que se deben construir, operar y alimentar los barcos, afectará a todos los armadores del planeta. Las decisiones de inversión deben reevaluarse, los diseños deben cambiar y los modelos comerciales se verán afectados para siempre.*

International Chamber of Shipping (ICS) (Simon Bennett, Deputy Secretary General) (18)

ICS acoge con gran satisfacción el ambicioso acuerdo alcanzado por los gobiernos en la OMI hoy, para que el transporte marítimo alcance cero emisiones netas *para o alrededor de 2050*, en línea con el *Acuerdo de París* y el compromiso asumido por la industria del transporte marítimo en la *COP 26 en Glasgow* en 2021 (19). Este acuerdo histórico de la OMI da una señal muy fuerte a los operadores de barcos y, lo que es más importante, a los productores de energía que ahora deben suministrar con urgencia combustibles marinos sin GEI en cantidades muy grandes si se quiere que una transición tan rápida sea posible.

The UK Chamber of Shipping. (20)

Hemos dejado claro que un objetivo de cero emisiones netas para 2050 es importante y agradecemos el progreso hacia este mayor nivel de ambición. Sin embargo, es vital que se introduzcan medidas económicas y técnicas para ayudar a lograr tanto el objetivo final como los objetivos intermedios para 2030 y 2040, ya que sin ellos no se lograrán los objetivos de reducción de emisiones” (21). (entre otros)

4.- Combustibles alternativos

“*DNV GL y CME, analizaron la descarbonización del transporte marítimo. Hidrógeno, gas licuado y amoniaco, son algunos de los combustibles que fueron estudiados.*

Clúster Marítimo Español (CME) junto con su socio DNV GL, celebraron la jornada online hacia la descarbonización del transporte marítimo. Combustibles y Tecnologías, instancias en la que examinaron una gran variedad de combustibles alternativos, evaluando sus ventajas y debilidades.

Federico Esteve, presidente de honor de CME, introdujo la cuestión haciendo referencia al Acuerdo de París, alcanzado en la XXI Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; para recordar el compromiso de alcanzar la neutralidad de emisiones de los (GEI) y contener así el aumento de la temperatura de la Tierra.

Dahl ha examinado una gran variedad de combustibles alternativos para llegar a los objetivos de descarbonización y por ello, considera vital que en las próximas décadas se desarrolle una nueva generación de buques neutrales en carbono porque de lo contrario, no alcanzaríamos los objetivos de descarbonización.

Gas natural licuado

El gas natural licuado (GNL), es inodoro, incoloro y no tóxico: Hoy en día, es el combustible alternativo más utilizado. Sus niveles de emisión de CO2 son bajos, pero no son cero y no reducen al cien por cien el efecto invernadero (22), sostuvo Jorge Dahl.

Con relación a las tecnologías asociadas a este combustible, son totalmente maduras en cuanto a almacenamiento, bunkering, etc., con una infraestructura desarrollada a nivel mundial y altamente disponible para transporte marítimo, dijo el gerente de DNV GL.

Metanol.

Sobre el metanol, Jorge Dahl explicó que actualmente está en uso, pero a menor escala que el gas natural, usándose fundamentalmente en buques metaneros. Se trata de un alcohol de estructura más simple, con muy bajo contenido en carbono y alto en hidrógeno. Se obtiene a partir del GNL o residuos forestales, siendo más caro que el GNL. Es líquido e incoloro, en condiciones ambientales, y biodegradable, por lo que es muy respetuoso con el medio ambiente.

Reduce las emisiones de Sox (23) (99%), NOx (60%) (23a), partículas sólidas, PS, (95%) y CO2 (10%). Como desventajas, indicó su densidad

energética, inferior a los combustibles en uso; la falta de reglamentación clara en cuanto a códigos internacionales, el no eliminar las emisiones de CO₂; así como la carencia de infraestructuras, aún por desarrollar.

Gas licuado del petróleo

El gas licuado del petróleo (GLP). Sus componentes, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, resultan fáciles de condensar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano, explicó *Jorge Dahl*, quien sostuvo que, al tratarse de un subproducto, su precio está por debajo del fuel (HFO) y del diésel. Tiene menos densidad que el HFO, por lo que requiere tanques de mayor capacidad, sin embargo, presenta las ventajas de ser más fácil de manipular y almacenar que el GNL, bajas emisiones de SO_x (99%), NO_x (10-20%), partículas sólidas, PS, (90%) y CO₂ (17%).

Al igual que en el caso del amoníaco y otros gases, se repiten algunos problemas con el GLP, como es la falta de reglamentación en códigos internacionales, no elimina las emisiones de CO₂ y emite gases de efecto invernadero (Slipage combustible no quemado). Asimismo y dado que no se elimina el NO_x, habría que recurrir a tecnologías SCR o EGR de reducción de gases.

Amoníaco

Parecido a que varios otros compuestos químicos, el amoníaco puede ser transportado por un tanque químico en forma líquida a los usuarios finales y su densidad energética es similar a GLP. Como punto a su favor, *Jorge Dahl* destacó que no emite ni CO₂ ni SO_x, pero como desventaja figura su toxicidad, el ser corrosivo, la falta de reglamentación e infraestructuras, su elevado coste de obtención, la densidad de energía inferior a los combustibles en uso y su disponibilidad para el transporte marítimo *muy cuestionable*.

Hidrógeno

Dahl presentó el hidrógeno como una de las soluciones más prometedoras para acelerar la *descarbonización* del transporte marítimo. Sin embargo, su gran volumen en estado gaseoso supone un gran desafío a la hora de emplear este elemento como fuente energética en el mar. Se trata de un sistema de propulsión limpio, sostenible y eficiente llamado a reemplazar la combustión del fuel. En definitiva, un elemento clave en el transporte a medio plazo. Permite almacenar energía, pero también sirve como fuente de otros combustibles CO₂ Neutral” (24)

5.- Buques que utilizan combustibles alternativos

“Shell y CMA CGM han firmado un acuerdo plurianual sobre el suministro de combustible GNL para los barcos de CMA CGM en el Puerto de Singapur.



El CMA CGM *Jaques Saad*, propulsado por GNL, llega a la terminal CMA CGM-PSA Lion en Singapur, el 12 de octubre de 2020. Foto cortesía de CMA CGM. https://gcaptain.com/shell-and-cma-cgm-sign-lng-fuel-supply-agreement-in-singapore/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-f248c907fc-139799089&mc_cid=f248c907fc&mc_eid=18a58bc77a

El abastecimiento del GNL será realizado por *FueLNG*, una empresa conjunta entre una unidad de *Shell* en Singapur y *Keppel Offshore & Marine* (Keppel O&M), utilizando el primer buque de abastecimiento de GNL en Singapur, el *FueLNG Bellina*, a partir de la segunda mitad de 2023.

CMA CGM, que comenzó a invertir en combustible LNG desde 2017, está en proceso de construir la flota más grande de buques portacontenedores LNG de combustible dual (25) en el transporte marítimo. La compañía ordenó recientemente 10 barcos adicionales que funcionan con GNL, elevando su cartera de pedidos a 69 barcos, la mayoría de los cuales están planificados para operar con GNL. (CMA CGM también ordenó seis barcos que funcionan con metanol).

Melissa Williams, Vicepresidenta, Sectores y Descarbonización de Shell, dijo: *colaboración y asociación son fundamentales para allanar el camino, que incluirá un mosaico de combustibles bajos en carbono*” (25b).

“Maersk adaptará portacontenedores a combustible de metanol verde.

El gigante naviero danés *Maersk*, anunció planes para adaptar uno de sus buques existentes a energía de metanol de combustible dual, capaz de operar con metanol verde. *Queremos demostrar que las actualizaciones de metanol pueden ser una alternativa viable a las nuevas construcciones*, dijo *Leonardo Sonzio*, Jefe de *Tecnología y Gestión de Flotas de Maersk*.



FILE PHOTO: Fotokon / Shutterstock.com. https://gcaptain.com/maersk-to-retrofit-containership-to-green-methanol-fuel/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-791908a470-139799089&mc_cid=791908a470&mc_eid=18a58bc77a

Maersk actualmente opera más de 700 embarcaciones, incluidas alrededor de 300 propias. La compañía tiene un total de 19 portacontenedores de combustible dual propulsados por metanol en construcción, en Corea del Sur.

El primer barco, un buque alimentador de 2100 TEU de capacidad, está programado para ser entregado este verano desde *Hyundai Mipo Dockyards*. Los otros 18 barcos de combustible dual, serán mucho más grandes (capacidad de 16.000 y 17.000 TEU) y están siendo construidos por *Hyundai Heavy Industries* con entregas previstas en 2024 y 2025.

En 2021, ordenamos el primer buque portacontenedores del mundo habilitado para metanol, siguiendo un compromiso con el principio de ordenar únicamente buques de nueva construcción que puedan navegar con combustibles ecológicos, agregó *Sonzio*. *Al mismo tiempo, hemos explorado el potencial de modernizar los buques existentes con motores de metanol de combustible dual.*

Al usar metanol verde producido a partir de fuentes de energía renovable, *Maersk* estima que puede reducir las emisiones de GEI del ciclo de vida hasta en un 95 % en comparación con los combustibles fósiles tradicionales”. (26)

VIDEO <https://youtu.be/r9VOutTKhkY> Engine Test Milestone-
Next generation - Next generation. Tiempo. 1 m. 29 s.

“Wärtsilä convertirá los transbordadores de Stena Line a combustible de metanol



Marzo 2015, el transbordador *Stena Germanica* de Stena Line, se convirtió en el primer barco propulsado por metanol, después de una conversión de seis semanas en un astillero de Polonia. https://gcaptain.com/wartsila-to-convert-stena-line-ferries-to-methanol-fuel/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-21d0deeb20-139799089&mc_cid=21d0deeb20&mc_eid=18a58bc77a

El grupo tecnológico finlandés *Wärtsilä* ha sido contratado por el operador sueco de transbordadores *Stena Line* para convertir algunos de sus buques para operar con metanol. Las conversiones incluirán el sistema de suministro de combustible y modificaciones del motor, así como la integración de nuevas instalaciones con los sistemas existentes.

La conversión de los transbordadores a combustible de metanol garantizará el cumplimiento de las regulaciones actuales y futuras, como el Indicador de intensidad de carbono, *FuelEU Maritime* y el objetivo de reducción de GEI IMO 2050. *Stena Line* ha estado trabajando para asegurar futuros volúmenes de e-metanol renovable como parte de su esfuerzo por hacer la transición a combustibles renovables y reducir las emisiones de CO₂ en un 30 % para 2030.

A medida que continuamos implementando nuestra estrategia para descarbonizar todas nuestras operaciones, vemos el metanol como un combustible alternativo viable que nos ayudará a lograr esta ambición, dijo *Ian Hampton* de *Stena Line*. (27)

“ El primer carguero, muy grande y alimentado con GLP, completa las pruebas en el mar.

El *BW Gemini*, construido en 2015, es propiedad y está operado por *BW LPG*, una empresa registrada en la bolsa de valores de Oslo. El buque fue modernizado este año con la innovadora tecnología de suministro de combustible *GLP de Wärtsilä*. Este es el primero de los 12 barcos *BW LPG*.

El uso de *GLP* como combustible, reduce las emisiones de óxidos de azufre (*SOx*) en un 97 % y se considera un paso importante hacia la descarbonización del transporte marítimo.



<https://gcaptain.com/worlds-first-lpg-fueled-very-large-gas-carrier/>

El alcance de *Wärtsilä* en el proyecto incluyó la ingeniería del sistema, el diseño del barco para el proyecto de conversión, dos tanques de combustible de 930 metros cúbicos con las bombas y el sistema de combustible.

Las primicias mundiales siempre son emocionantes y felicitamos a BW LPG por su compromiso de buscar la adopción de GLP como un combustible marino sostenible y viable a largo plazo. El proyecto destaca una vez más la posición de liderazgo de Wärtsilä en la incorporación al mercado de soluciones innovadoras de gas combustible, junto con los beneficios para el cliente que ofrecen, dice Kjell Ove Ulstein, Director de Ventas y Marketing de Wärtsilä”. (28)

6.- Combustibles varios, para nuevas construcciones

“CMA CGM realiza pedido para construir diez buques impulsados por GNL y seis por metanol.

La naviera CMA CGM, anunció que realizó un nuevo pedido para construir 16 buques, diez propulsados por GNL y seis por metanol. Las 16 embarcaciones de combustible dual, lo que eleva la cartera de pedidos de la compañía a 69 barcos.

En 2017, CMA CGM optó por invertir en naves que actualmente funcionan con gas natural licuado (GNL), para reducir casi por completo las emisiones de contaminantes atmosféricos.

El motor instalado en estos buques ya es compatible con BioLNG derivado de biometano (-67% en emisiones de CO₂) o metano sintético (incluido el e-metano). En línea con su estrategia de descarbonización, la naviera está intensificando sus inversiones y asociaciones para introducir nuevas soluciones. La flota *e-methane ready* del Grupo CMA CGM cuenta actualmente con 29 buques en servicio y tendrá un total de 77 para 2026.



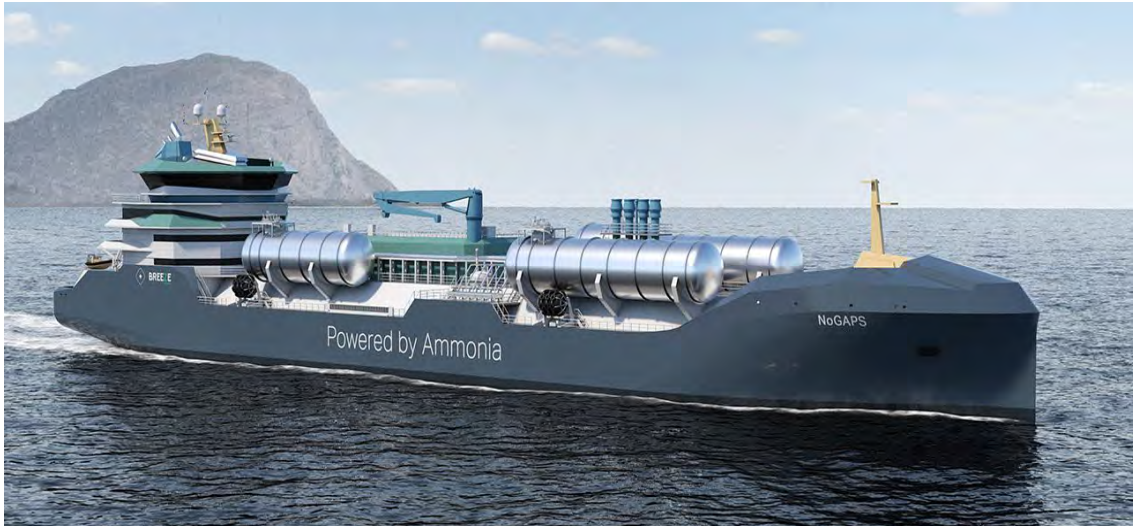
<http://www.cmae.org/cma-cgm/cma-cgm-realiza-pedido-para-construir-diez-buques-impulsados-por-gnl-y-seis-por-metanol/>.

Para respaldar el crecimiento de su flota preparada para e-metano, la empresa está desarrollando sus infraestructuras portuarias de abastecimiento de GNL. En enero 2022, CMA CGM completó la primera operación de abastecimiento de GNL en los Puertos de *Marsella Fos* y en marzo en *Shanghái*. Estas operaciones son el resultado de la cooperación entre los distintos actores de la industria marítima y portuaria.

La naviera dijo que *seis nuevas naves propulsadas por metanol y combustible dual de 15.000 TEU se unirán a la flota del Grupo CMA CGM para fines de 2025. Este primer pedido de buques tiene el objetivo de lograr cero emisiones de carbono para 2050. CMA CGM está acelerando así su trayectoria de descarbonización al invertir masivamente en combustibles de gas y metanol. Los dos sectores serán complementarios para descarbonizar la industria del transporte marítimo en los próximos años*". (29)

“DET NORSKE VERITAS (DNV) otorga aprobación en principio al diseño de un gasero propulsado por amoníaco

DNV, una sociedad de clasificación líder, ha otorgado una Aprobación en principio (AiP) para el diseño de un gasero impulsado por amoníaco, llamado M/S NoGAPS.



Representación del buque gasero propulsado por amoníaco M/S NoGAPS. Imagen cortesía de Breeze Ship Design. <https://gcaptain.com/dnv-grants-approval-in-principle-to-ammonia-powered-gas-carrier->

Este hito es parte del proyecto *Nordic Green Ammonia-Powered Ships* (NoGAPS), que tiene como objetivo desarrollar soluciones para un barco de cero emisiones, propulsado por amoníaco en la región nórdica.

El proyecto reúne a actores clave en la industria marítima, incluido el *Centro Mærsk Mc-Kinney Møller* para *ZeroCarbon Shipping*, *BW Epic Kosan*, *Yara*, *MAN Energy Solutions*, *Wärtsilä*, *Global Maritime Forum* y *Breeze Ship Design*.

El amoníaco es una opción prometedora de combustible alternativo, una en la que hemos estado trabajando durante varios años, incluido el desarrollo del Fuelled Ammonia notation, dijo Flagstad-Andersen. Estamos muy orgullosos de ser parte de NoGAPS, colaborando con un grupo extremadamente sólido de partes interesadas que tienen la experiencia, los conocimientos y el espíritu cooperativo para cumplir con este concepto innovador.

El Gerente Regional de DNV para la Región Norte de Europa, *Tuva Flagstad-Andersen*, habló sobre la importancia de las iniciativas regionales para impulsar la adopción de nuevos combustibles y tecnologías.

El proyecto *NoGAPS* ha sido posible gracias a la financiación del *Nordic Innovation Fund* y al apoyo en especie de los socios del consorcio. La *Autoridad Marítima Danesa*, representa la bandera y *Breeze Ship Design* sirve como diseñador del barco”. (30)

“El concepto NoGAPS

La región nórdica se encuentra en una posición única para ser pionera en el transporte marítimo propulsado por amoníaco. La región nórdica, que ya alberga abundante energía renovable, producción de amoníaco a gran escala y algunas de las compañías navieras y fabricantes de motores líderes en el mundo, tienen la oportunidad de construir la cadena de valor para el transporte marítimo impulsado por amoníaco en un cronograma acelerado.

De acuerdo con los pilares del transporte marítimo de cero emisiones, el consorcio investigó la embarcación, el combustible y las opciones de abastecimiento, así como las consideraciones comerciales y financieras. Las principales conclusiones fueron claras:

1. El potencial del transporte marítimo propulsado por amoníaco para contribuir a la descarbonización del sector marítimo, es significativo y los transportadores de amoníaco presentan un punto de partida lógico para demostrar este potencial.
2. Ni las consideraciones técnicas ni la aprobación regulatoria asociada para una embarcación propulsada por amoníaco, presentan obstáculos importantes para poner el M/S NoGAPS en el agua.
3. El amoníaco sintetizado a partir de hidrógeno verde representa un combustible creíble de cero emisiones a largo plazo.
4. El reto más importante a superar es, desarrollar y demostrar un modelo de negocio que sea creíble a los ojos de inversores y operadores. Tanto el diseño de la embarcación como la estrategia de abastecimiento de combustible, ofrecen oportunidades para reducir riesgos y costos de manera significativa.
5. El apoyo del gobierno y las finanzas públicas pueden acelerar el calendario a corto plazo para la inversión en demostración y mejora las perspectivas para el despliegue a largo plazo del amoníaco como combustible de transporte”. (31)

“MSC y Fincantieri construirán dos cruceros con tecnología de hidrógeno

by Javier López de Benito

Explora Journeys, la marca de viajes de lujo de la División de Cruceros del *Grupo MSC y Fincantieri*, uno de los grupos de construcción naval más grandes del mundo, han anunciado la firma de un memorando de entendimiento (MOA) para la construcción de dos *cruceros de lujo adicionales impulsados por hidrógeno*, para llevar el número total de la flota de cuatro a seis buques.



<https://www.energynews.es/wp-content/uploads/2022/07/2013-2-royal-ship-high-e1657117222810.jpg>

EXPLORA V y VI contarán con una nueva generación de motores de GNL que abordarán el problema del deslizamiento de metano y también estarán equipados con tecnologías y soluciones ambientales pioneras en la industria, incluido un sistema de contención de hidrógeno líquido, que les permitirá utilizar este prometedor combustible bajo en carbono. El combustible de hidrógeno alimentará una *pila de combustible de 6 MW*, para producir energía libre de emisiones para la operación del hotel y permitirá que los buques funcionen con *cero emisiones* en el puerto, con los motores apagados.

Pierfrancesco Vago, Presidente Ejecutivo de la División de Cruceros de *MSC Group*, dijo: *Explora Journeys está construyendo barcos para el mañana, utilizando las últimas tecnologías de hoy y estando listo para adaptarse a las soluciones de energía alternativa a medida que estén disponibles. El anuncio de hoy marca otro importante paso adelante en nuestro objetivo como empresa, para alcanzar cero emisiones netas al 2050, en todas nuestras operaciones de cruceros para las dos marcas y una prueba más de nuestro compromiso de invertir en las tecnologías ambientales marinas más avanzadas disponibles, a fin de desarrollar soluciones sostenibles para el futuro”*. (32)

7.- “MOL empezará a construir un buque que producirá hidrógeno en 2024.

La naviera japonesa Mitsui O.S.K. Lines (MOL) tiene previsto iniciar en 2024 la construcción del *Wind Hunter*, un buque productor de hidrógeno equipado con múltiples velas rígidas. La construcción forma parte del proyecto *Wind Hunter* de la empresa, que busca nuevas aplicaciones para el combustible de hidrógeno y la energía eólica.



Fuente: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/gas/mol-empezara-a-construir-un-buque-que-producira-hidrogeno-en-2024>

El proyecto pretende utilizar la tecnología de velas rígidas plegables de MOL, desarrollada en el marco del proyecto *Wind Challenger*, en buques capaces de captar esa energía durante los períodos de vientos fuertes para generar hidrógeno y utilizarlo durante los tramos de travesía con vientos más flojos.

En concreto, el carguero marítimo de cero emisiones, con eslora total de entre 60 y 70 metros, no necesitaría repostar, ya que utilizaría la propulsión asistida por el viento cuando hubiera vientos fuertes, en combinación con el hidrógeno producido a bordo para navegar.

Unas turbinas submarinas (33) que girarían en el agua generando electricidad, que se utilizaría para electrolizar agua de mar y generar hidrógeno. A continuación, el hidrógeno se almacenaría en un depósito en forma de metilciclohexano líquido, que puede transportarse de forma segura y económica.

Cuando el viento sea flojo el buque utilizará el hidrógeno almacenado para alimentar una pila de combustible que producirá electricidad, la cual alimentará las hélices eléctricas que harán avanzar al barco. Está previsto que el buque pueda navegar de forma autónoma, sin tripulación a bordo, con la última tecnología digital que permita su control y manejo a distancia. El buque estaría equipado con

tecnología de navegación de ruta para poder encontrar las mejores condiciones de viento y optimizar el rumbo del buque”. (33b)

VIDEO. <https://youtu.be/z0b8VE7yT3s> Tiempo. 2 m. 28 s. WIND HUNTER, eL BUQUE que producirá HIDRÓGENO

“Primer corredor marítimo de hidrógeno verde que conectará Algeciras con Róterdam.

Cepsa y Yara Clean Ammonia, han firmado una alianza estratégica para crear el primer corredor marítimo de hidrógeno verde entre los puertos de Algeciras y Róterdam.

Corredor verde de hidrógeno entre el norte y el sur de Europa.- *Cepsa* suministrará amoníaco verde producido en sus Parques Energéticos en Andalucía a la terminal de importación prevista de ACE en el Puerto de Róterdam, para aplicaciones finales en la industria tras la conversión del amoníaco en hidrógeno, para uso final directo en el transporte marítimo y otras industrias en el Noroeste de Europa. (NOTA: traducción del recuadro de la imagen)

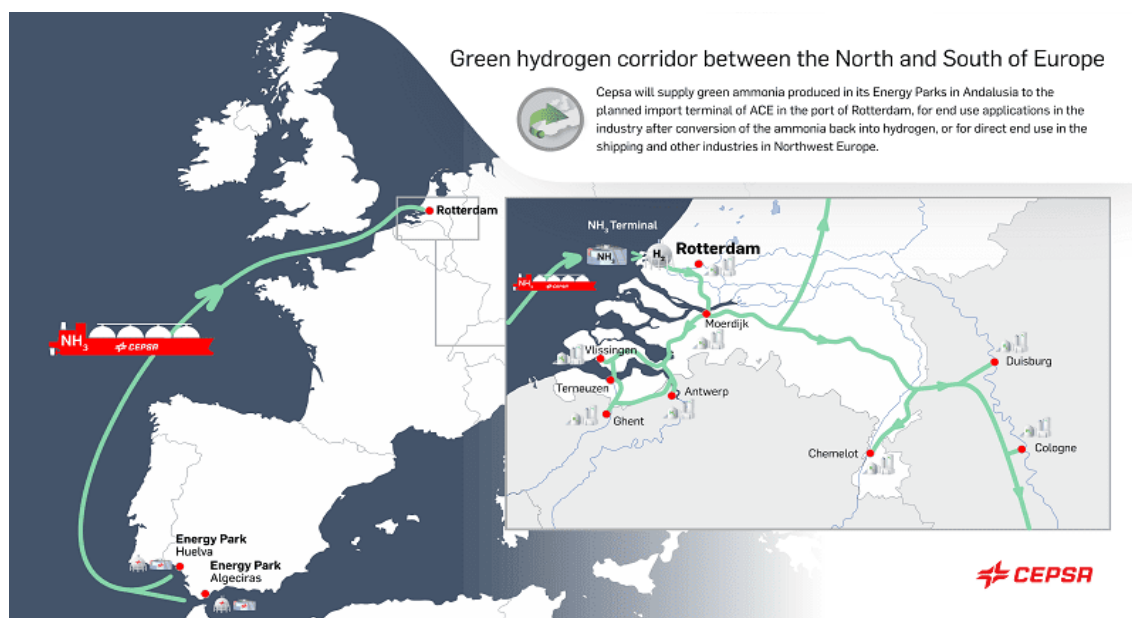


Foto de archivo: Oleksandr Kalinichenko / Shutterstock. https://gcaptain.com/first-green-hydrogen-shipping-corridor-to-connect-algeciras-with-rotterdam/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-e2549a72f3-139799089&mc_cid=e2549a72f3&mc_eid=18a58bc77a.

En virtud de la asociación, *Yara Clean Ammonia* se convertirá en socio del proyecto *Andaluz Green Hydrogen Valley en Cádiz*, España, cerca del puerto de Algeciras, donde *Cepsa* está construyendo una nueva planta de amoníaco verde. La planta es el proyecto de amoníaco verde más grande de Europa, con una capacidad de producción anual de hasta 750.000 toneladas, reduciendo hasta 3 millones de toneladas de emisiones de CO₂.

Como parte de la asociación *Yara Clean Ammonia*, también suministrará amoníaco verde a Cepsa lo que le dará al productor de energía español, una ventaja en la creación del corredor de hidrógeno verde.

A la ceremonia de firma asistieron Su Majestad el Rey Felipe VI de España y Su Majestad el Rey Willem-Alexander de los Países Bajos, destacando la colaboración entre los dos países, a fin de acelerar la transición energética neta de carbono cero y lograr la independencia energética de Europa.

Yara Clean Ammonia, miembro de Yara International, tiene su planta de amoníaco y fertilizantes más grande de los Países Bajos, ubicada en Sluiskil en el canal Ghent-Terneuzen, una importante vía fluvial de aguas profundas que conduce al Mar del Norte”. (34)

8.- “Stena Bulk, equipará buque cisterna con captura de carbono a bordo.

La compañía naviera *Stena Bulk* está lanzando un proyecto de tres fases de dos años destinado a demostrar la captura de carbono a bordo. El consorcio de siete miembros tendrá como objetivo evaluar los desafíos operativos en un barco en el mar e identificar posibles medidas de reducción de costos para futuras aplicaciones comerciales.



El buque cisterna de alcance medio (MR) IMO IIMAXX de Stena Bulk *MT Stena Impero*. Foto cortesía de Stena Bulk. <https://gcaptain.com/stena-bulk-to-equip-tanker-with-shipboard-carbon-capture-unit/>

El proyecto, conocido como *Realizing Maritime Carbon Capture*, para demostrar la capacidad de reducir las emisiones, se está lanzando con el *Centro Global para la Descarbonización Marítima* (GCMD) y la *Iniciativa Climática de Petróleo y Gas* (OGCI), junto con socios del

proyecto, *Alfa Laval*, *American Bureau of Shipping (ABS)*, *Deltamarin* y *TNO*.

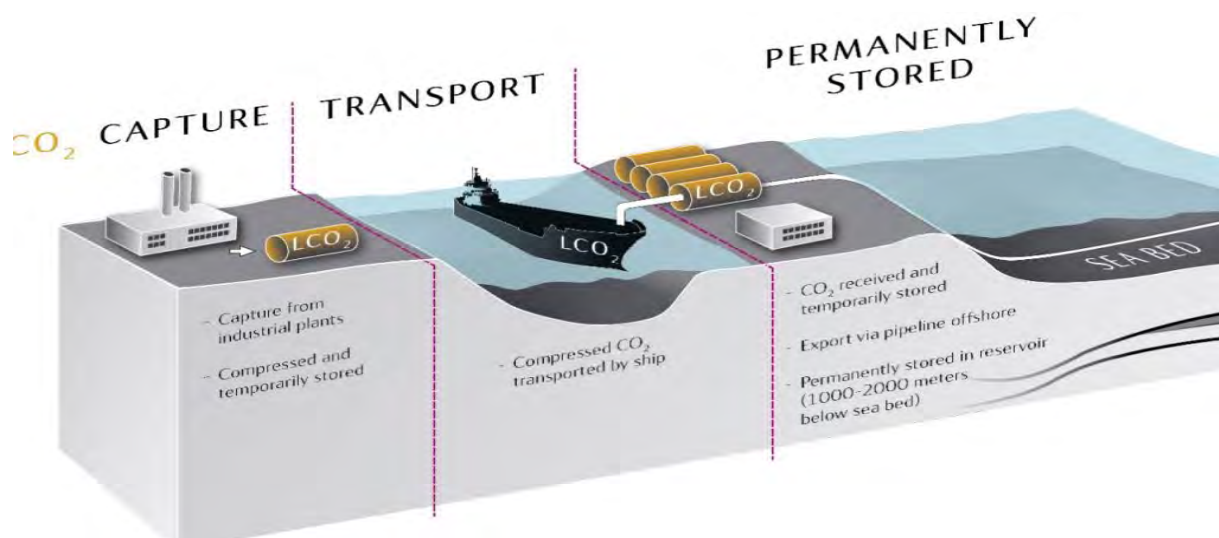
El proyecto tiene como objetivo una tasa de captura absoluta de CO₂ de al menos un 30 % durante las operaciones normales de los buques y en viajes en alta mar. Al trabajar con organizaciones para descargar y secuestrar o reutilizar el CO₂, el proyecto es la primera iniciativa del mundo que demuestra la captura de carbono a bordo a gran escala de extremo a extremo en toda la cadena.

También tiene como objetivo establecer un camino para reducir el costo de la captura de CO₂ a bordo a 150 € por tonelada, para permitir que la tecnología se implemente comercialmente en un futuro cercano.

Es probable que la captura de carbono a bordo desempeñe un papel importante para ayudar a descarbonizar el transporte marítimo junto con los combustibles *verdes alternativos*.”. (35)

“Inversión ‘histórica’ en un importante proyecto de Captura y Almacenamiento de carbono en alta mar en Noruega

Un trío de grandes de la industria petrolera, *Equinor*, *Shell* y *Total*, anunciaron su decisión el viernes (mayo 8), de invertir en el proyecto *Northern Lights* en la primera licencia de explotación de almacenamiento de dióxido de carbono, en Noruega. Las inversiones iniciales ascenderán a casi NOK 6900 millones (USD 673 millones). Los planes para el proyecto ahora han sido entregados al Ministerio de Petróleo y Energía.



<https://gcaptain.com/equinor-exploratory-carbon-storage-well-drilled-in-norway/>.

El proyecto busca capturar CO₂ de fuentes industriales en tierra y transportar CO₂ líquido por barco y tubería a un lugar de almacenamiento en alta mar, debajo del Mar del Norte para almacenamiento permanente. La capacidad de almacenamiento está prevista inicialmente para 1,5 millones de toneladas métricas de CO₂ al año, pero podría aumentar con fases adicionales de desarrollo. La decisión de inversión concluye la fase de estudio que incluyó estudios de ingeniería y planificación del proyecto, así como la perforación de un pozo de confirmación.

El *pozo 31/5-7 Eos*, está ubicado a unos 2.500 metros por debajo del lecho marino al sur del campo *Troll* en el sector noruego del Mar del Norte. El propósito de la perforación fue determinar la idoneidad del reservorio para el almacenamiento de dióxido de carbono. Noruega ha estado considerando la captura y el almacenamiento de carbono como una forma de combatir el cambio climático al eliminar las emisiones de CO₂ de las fuentes industriales y almacenarlas permanentemente bajo tierra, para que no se liberen a la atmósfera”. (36)

<p>VIDEO. https://youtu.be/6yrBqEGUY40 Northern Lights Carbon Capture and Storage. Tiempo. 2 m. 35 s.</p>

9.- “La edad del descubrimiento

Para que la industria marítima mundial sea más ecológica sin dejar de ser rentable, no hay muchas opciones posibles. Una es optimizar el casco y el motor para reducir la resistencia al avance y aumentar la eficiencia en el consumo de combustible. Otra, incorporar la *energía eólica*. (37)

La humanidad comenzó a aprovechar el poder del viento con naves de vela y cruzar los siete mares comerciando con tierras lejanas. A medida que los tiempos cambiaron, los barcos de vela que habían sostenido el comercio mundial, se desvanecieron silenciosamente y fueron reemplazados por buques de vapor y buques a motor, que podían satisfacer la necesidad de velocidad, seguridad y puntualidad.

Pero ahora que enfrentamos diversos problemas ambientales, no hay tiempo para esperar a que las iniciativas prevengan el calentamiento global en una escala mundial. Estamos en el amanecer de una nueva era; por más de 130 años *Mol, Misui, OSK Lines*, han estado transportando bienes esenciales, pero ahora, hemos asumido un nuevo desafío, trabajando para un futuro más brillante: the *Wind Challenger Project*. El viento, una fuente de energía limpia e inagotable, ha llamado nuestra atención una vez mas, para un proyecto que apunta

a reducir las emisiones GEI, al usar un concepto completamente nuevo, que revivirá los barcos de navegación para la era moderna” (38).

VIDEO. <https://youtu.be/12aAvjYKYzs> Wind Challenger Project (Mitsui O.S.K. Lines). (Tiempo 2 m. 59 s.)

¿Cuáles son las diferentes tecnologías de propulsión de velicas?

“La *International Windship Association*, distingue las tecnologías de propulsión eólica en 7 categorías diferentes:



<https://lccapteurs.com/es/innovaciones-en-los-veleros-de-carga/>

- *Vela suave* – entre las velas tradicionales y los nuevos diseños de dynarig (forma de aparejo cuadrado), etc.
- *Vela rígida* – como las velas gruesas en forma de ala de avión, las velas finas pretensadas en 3D, etc.
- *Rotor Flettner* (Rotor Rotor) – Cilindros giratorios accionados por motores de baja potencia que utilizan el efecto Magnus para generar empuje.
- *Alas de succión* (Ventifoil, Turbosail) – Alas no giratorias con rejillas de ventilación y ventilador interno (u otro dispositivo) que utilizan la succión en la capa límite para conseguir el máximo efecto.
- *Alas de succión* con rejillas de ventilación.
- *Cometas y/o velas de cometa* – dinámicas o pasivas en la parte delantera de la embarcación para ayudar a la propulsión o generar una mezcla de empuje y energía eléctrica.

- *Turbinas* – utilizando turbinas eólicas marinas adaptadas para generar energía eléctrica o una combinación de energía eléctrica y empuje.

Forma del casco – el rediseño de la parte superior de los cascos de los barcos para captar la energía del viento y generar empuje”. (39)

10.- ¿Los barcos de energía eólica podrían ser el futuro del transporte?

“*El revolucionario Barbara y sus rotores Flettner.*

La jornada del día jueves 26 de agosto de 1926, parecía que sería un día cualquiera en el puerto de Barcelona, el tráfico marítimo era el habitual por esas fechas.

No obstante, por la tarde hizo su entrada en viaje comercial un extraño vapor, su forma de barco mercante era la habitual pero no sus palos o mástiles, había algo en ellos que no acababa de cuadrar. Situados sobre el puente de mando, en crujía y cerca de la popa iban instalados tres grandes cilindros que rotaban no a mucha velocidad, dándole al barco una apariencia singular.



Buque mercante *Barbara* atracado en el Muelle de Barcelona con lo que parecían tres grandes chimeneas (Archivo Nacional de Cataluña).

<https://envisitadecortesia.com/2020/09/05/el-revolucionario-barbara-y-sus-rotores-flettner/>

El extraño buque atracó en un primer momento en el Muelle de Barcelona, el capitán *Schümann*, sin asistencia de remolcadores inició la maniobra y tras demostrar su destreza al timón quedó atracado por popa en el *Muelle Nuevo* en la dársena de la *Industria*, allí lo estaba esperando más gente de lo habitual al tratarse de un mercante, en su popa lucía claramente su nombre: *Barbara* y su puerto de origen *Hamburg*.

El *Barbara* fue el primer buque comercial en ser equipado con *rotores Flettner (40)* y el segundo en el mundo en disponer de este vistoso medio de propulsión que prometía y aún lo hace, en convertirse en un medio más limpio y económico para el transporte comercial marítimo.

Inició su primer viaje en el puerto de Hamburgo y en España, recaló en los puertos de *Santander* y *Bilbao* en donde fue visitado por el Rey, luego en su ruta recaló en los puertos de Málaga y Barcelona.

La misión principal del Barbara era la de demostrar que un buque mercante podía navegar con normalidad con este medio de propulsión y ser rentable (Deutsches Schifffahrts Museum).

La visita del buque rotor se animó con la presencia de su inventor, *Anton Flettner (41)* y su esposa que llegarían un día más tarde, para luego embarcar en el *Barbara* y seguir su viaje hacia puertos italianos; *Flettner* aprovecharía su estancia en la ciudad Condal para presentar su invento, dando dos conferencias, una en la Cámara de Comercio y Navegación en la Casa Llotja y otra, en el Consulado General de Alemania de la ciudad.

Anton Flettner fue el responsable de la invención de estos rotores que basaban su funcionamiento en el llamado efecto Magnus. (42) Apoyándose en este fenómeno físico, *Flettner* con asistencia del físico alemán *Albert Betz*, el ingeniero aeronáutico suizo *Jakob Ackeret*, el ingeniero *Ludwig Prandtl* y el teórico físico *Albert Einstein*, diseñaron un sistema de propulsión para buques mediante este concepto.

El barco seleccionado fue una goleta de cuatro mástiles que había sido construida en 1920 en los astilleros alemanes de Kiel y llamada *Buckau*. El equipo de *Flettner* equipó a la goleta con un motor diésel de unos 217 HP. como máquina principal, también se instalaría otro motor de 44 HP. que sería utilizado para crear la electricidad necesaria para alimentar los motores eléctricos de 7,5 kW. que movían los rotores *Flettner* a 140 revoluciones por minuto” . (43)

VIDEO = https://youtu.be/FJt8l80kGTg Rotor Sail Explained Tiempo 04 m. 22 s.

E-Ship 1: Barco impulsado por rotores eólicos arribó al Puerto de Arica.

“Por primera vez recaló en el Puerto de Arica el *E-Ship 1*, barco con un sistema de propulsión híbrido que utiliza *energía eólica* y transporta turbinas eólicas y aspas, con destino a Cochabamba, Bolivia, para la construcción de un parque eólico.

E-Ship 1, que utiliza cuatro cilindros giratorios (Eso es cuatro rotores Flattner. El navío, propiedad de la empresa *Enercon*, situada en Aurich (Alemania), mide 134 metros de eslora, 22,5 metros de manga y desplaza 12,800 toneladas. Cuenta con un sistema de propulsión que está compuesto de una parte eólica, conformada por *cuatro rotores cilíndricos Flettner*, de 25 metros de altura por cuatro metros de diámetro.



<https://codexverde.cl/e-ship-1-primer-barco-impulsado-por-energia-eolica-arribo-al-puerto-de-arica/>

La otra parte del sistema de propulsión es de tipo diésel-eléctrico, con dos motores de 3,5 megawatts de potencia cada uno. En conjunto ambas tecnologías le brindan una velocidad máxima de 17,5 nudos. El *E-Ship 1*, ahorra en combustible hasta un 25%, provocando un impacto positivo en los costos operativos.

Flettner patentó su sistema en 1922, y lo probó por primera vez en su buque *Baden Baden*, construido en los astilleros Germania de Kiel, en 1924, el que navegó desde *Danzig* hasta *Escocia* a través del *Mar del Norte*, con dos rotores y un motor auxiliar para los momentos en los que no hubiera viento.

Solamente un año después, Flettner cruzó el Atlántico en el *Baden Baden*. Y meses más tarde, un segundo buque, el carguero *Barbara*, construido en Bremen, instalaba tres de sus rotores, generando 600 caballos de potencia adicionales que podían utilizarse entre el 30 y el 40% del tiempo de navegación.

Pero los rotores Flettner no pudieron competir con los bajos precios de la época de los combustibles fósiles y la idea fue abandonada hasta que revivió con el E-Ship1.” (44)

Empresa brasileña Vale, pondrá en servicio el primer buque con cinco velas de rotor basculante

“*Norsepower*, con sede en Finlandia, ha anunciado la instalación de cinco *Rotor Sails* basculantes a bordo de un *Very Large Ore Carrier* (VLOC) de nueva construcción que se está construyendo en China. El nuevo buque, llamado *Sea Zhoushan*, es propiedad de *Pan Ocean Ship Management* y será fletado por la empresa minera brasileña *Vale*.



La M/N *Sea Zhoushan* de la empresa minera brasileña *Vale*, con cinco velas de rotor instaladas se muestra en Zhoushan, China, el 29 de abril de 2021. Empresa minera brasileña *Vale*/Folleto vía REUTERS. <https://gcaptain.com/newbuild-vale-vloc-revealed-as-bulk-carrier-getting-five-tilting-rotor-sails/>

La instalación de *Rotor Sails* marca la primera vez que la tecnología se ha instalado en una embarcación de nueva construcción y la embarcación más grande hasta la fecha en obtener la tecnología. También marca la primera instalación en graneleros. El *Sea Zhoushan* tiene capacidad de 325,000 DWT. Los VLOC de *Vale* se utilizan normalmente para transportar mineral de hierro desde minas en *Brasil* a *Asia*.

Las velas de rotor *Norsepower* son una versión modernizada del rotor *Flettner*. Según el análisis de *Norsepower*, de las rutas a navegar la embarcación, estima una ganancia en eficiencia de hasta un 8%, correspondiente a una reducción de 3.400 toneladas de CO2 por año.

La instalación incluye cinco *Rotor Sails* de 24 metros de alto por 4 metros de diámetro que se pueden inclinar mediante cilindros hidráulicos. La instalación de nuestras Velas Rotor en el primer VLOC demuestra que la tecnología es adaptable a diversos perfiles operativos y tipos de embarcaciones, agregó Riski. El *Rotor Sails* puede reducir el Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI) de una embarcación.

Estamos comprometidos a apoyar la adopción de soluciones de tecnología limpia para el transporte marítimo para garantizar que se logren los objetivos de sustentabilidad de Vale, dijo Rodrigo Bermelho, gerente técnico de Vale” . (45)

“Un nuevo estudio confirma el ahorro de combustible de las velas de rotor de Norsepower y el enrutamiento meteorológico



Una foto muestra el *Maersk Pelican* con dos velas de rotor Norsepower de 30 metros instaladas. Foto cortesía de Norsepower. https://gcaptain.com/new-study-confirms-fuel-savings-from-norsepower-rotor-sails-and-weather-routing/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-e93d1f4103-139799089&mc_cid=e93d1f4103&mc_eid=18a58bc77a

Un estudio conjunto que analizó la eficiencia operativa de *Rotor Sails de Norsepower*. encontró ahorros significativos de combustible cuando se combina con una ruta climática óptima. Para el estudio, *Norsepower* trabajó con el experto líder en servicios de datos y software marítimo, *NAPA* y *Sumitomo Heavy Industries Marine & Engineering (SHI-ME)*, uno de los principales astilleros del mundo.

La tecnología se ha utilizado en múltiples sectores de la industria naviera durante más de ocho años y cuenta con 250 000 horas de funcionamiento de datos de rendimiento verificados, lo que revela ahorros en el consumo de combustible de entre un 5 y un 25 %.

La fase inicial del proyecto, realizada entre diciembre de 2022 y marzo de 2023, reveló que la integración de *NAPA Voyage Optimization* con *Norsepower Rotor Sail* podría lograr una reducción promedio de emisiones del 28 % en la ruta atlántica de Nueva York a Ámsterdam.

El estudio se centró en los viajes anuales de seis rutas comerciales, evaluando la reducción estimada de CO2 y el ahorro potencial de

combustible de los petroleros que utilizan *NAPA Voyage Optimization* y *Norsepower Rotor Sails*. En las seis rutas, el estudio identificó una reducción promedio de CO₂ del 19 %. La simulación también examinó la predicción del rendimiento del buque durante la etapa de diseño, probando las capacidades del buque en condiciones climáticas y marítimas variables.

Este proyecto de simulación conjunta, muestra el potencial de *combinar la propulsión eólica con la optimización del viaje para lograr un impacto positivo en el planeta*, dijo *Pekka Pakkanen*, vicepresidente ejecutivo de *NAPA Shipping Solutions*. *Jukka Kuuskoski*, Director de Ventas de *Norsepower*, enfatizó la importancia de las tecnologías limpias para abordar las preocupaciones ambientales.”. (46).

VIDEO. [_https://youtu.be/kDyBrSW1_Og](https://youtu.be/kDyBrSW1_Og)

Norsepower Rotor Sail Solution Tiempo. 3 m. 41 s.

“China lanza un VLCC gigante con alas de vela que reducen el consumo de combustible en un 9,8%

La M/N *New Aden* es un superpetrolero de 333 metros de eslora, de la clase *Very Large Crude Carrier*. Este coloso lleva un sistema de energía eólica relativamente modesto, pero innovador. Cuatro velas retráctiles, cada una de las cuales se eleva 40 metros desde la cubierta y presenta una superficie de 1.200 m², están montadas cerca del centro de la larga cubierta.



A medida que el sector marítimo se va descarbonizando, las grandes velas podrían volver a aparecer. La compañía *China Merchant Energy Shipping* ha recibido un nuevo superpetrolero cuyas cuatro grandes velas reducirán el consumo medio de combustible en casi un 10%. <https://ecoinventos.com/NEW-ADEN/>

El sistema *Aerofoil Sails Intelligent Control* está diseñado para supervisar constantemente las condiciones imperantes, así como los datos de navegación y ajustar continuamente el ángulo de las velas para aprovechar al máximo el viento disponible.

Al ser una instalación relativamente pequeña, este sistema no está diseñado para ser el motor principal. El barco seguirá quemando mucho gasoil. Pero en una ruta marítima de ejemplo entre Oriente Medio y Extremo Oriente, se espera que reduzca el consumo medio de combustible en más de un 9,8%, ahorrando unas 2.900 toneladas de emisiones de dióxido de carbono en cada viaje.

El *New Aden* es un superpetrolero de petróleo crudo, por lo que, a pesar de su promesa como banco de pruebas de la tecnología ecológica, su objetivo principal sigue siendo transportar alrededor de dos millones de barriles de combustible fósil altamente contaminante por todo el mundo”. (47)

11.- Otros sistemas de propulsión eólica

“El sistema *Wind Challenger* permite al buque 'Shofu Maru' reducir el consumo de combustible hasta un **8%**



El buque 'Shofu Maru' <https://www.lavanguardia.com/natural/20221108/8598330/asi-funciona-primer-gran-barco-carga-innovadora-propulsion-eolica-vela-rigida.html>

El *Shofu Maru* es una innovación en toda regla. Es el primer gran buque de carga del mundo equipado con el sistema *Wind Challenger*, de soporte a la propulsión con energía eólica captada con una *vela semi-rígida*. Este *bulk carrier* de 235 metros de eslora, 43 metros de manga

y 100.422 toneladas de peso muerto, fue construido para la compañía naviera japonesa *Mitsui OSK Lines* (MOL) y fue botado el pasado octubre 7, 2022, en los astilleros de *Oshima Shipbuilding*. La primera ruta comercial se inició el 22 de octubre en dirección a Newcastle (Australia).

El *Wind Challenger* es un sistema, desarrollado principalmente por *MOL* y *Oshima Shipbuilding*, con apoyo científico de la *Universidad de Tokio*, que utiliza una vela telescópica para aprovechar la fuerza del viento para mover las hélices que propulsan la embarcación. El sistema *Wind Challenger* instalado en el *Shofu Maru* está formado por una estructura desplegable que llega a alcanzar una altura de 43 metros. Esta *vela semi-rígida es orientable*, en función de la procedencia del viento.

Para reducir el peso de la gran vela desplegable, se ha utilizado plástico reforzado con fibra de vidrio como material de base. El material sintético utilizado, *nos permitió aumentar las dimensiones de la vela para maximizar la fuerza de propulsión que genera; también minimizó su impacto en el equilibrio del buque*, lo que mejora significativamente la seguridad operativa, indica MOL.

Wind Challenger dispone de un sistema automático de control de la vela, que detecta la velocidad y la dirección del viento mediante sensores. La vela se extiende si el viento es flojo y se encoge si el viento es fuerte. Los promotores del proyecto calculan que el sistema permitirá reducir las emisiones GEI en un 5% en un viaje Japón y Australia y en un 8 % en un viaje Japón y la costa oeste de América del Norte.

Una paradoja en la construcción y servicio de este buque es que su finalidad es el transporte de carbón, principalmente desde *Australia*, *Indonesia* y *América del Norte*. Para la empresa japonesa *Tohoku Electric Power*. No hace falta recordar que la combustión de carbón en centrales térmicas es una de las principales fuentes de emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático”. (48)

VIDEO <https://youtu.be/3gILS7NmGZs> The world's first cargo vessel with Wind Challenger has been delivered -MOL Wind Challenger Project- Tiewmpo, 1 m. 30 s.

“Airseas instala su primera cometa autónoma en un carguero.

La empresa francesa *Airseas* ha instalado su primera cometa autónoma *Seawing* de tamaño medio en un buque de carga fletado por Airbus y comenzará seis meses de pruebas a partir de enero 2022. Se

calcula que la cometa de tamaño completo ahorrará hasta un 20% de combustible y emisiones.



<https://ecoinventos.com/seawing/>

El *Ville de Bordeaux*, de 154 metros de eslora y propiedad de Louis Dreyfus, está alquilado a Airbus, que traslada grandes estructuras de aviones entre sus plantas de fabricación distribuidas por Europa y su planta de montaje final en Toulouse.

Ahora, se le ha dotado de una cometa parafoil de 500 m², además de todo el equipo de cubierta y puente, necesario para el funcionamiento del sistema Seawing. Esta se despliega automáticamente, elevándose desde la cubierta en un mástil para captar el viento y, finalmente, soltándose en un largo cable para captar los vientos fuertes y constantes a unos 200 m sobre el nivel del mar.

Los sistemas del Seawing también interactúan con los sistemas de navegación del buque, supervisando las condiciones del viento de proa y redirigiendo el barco a tomar la trayectoria eficiente posible sin afectar a su tiempo de arribo. La cometa que se está probando tiene la mitad del tamaño de la cometa completa de 1.000 m² que se desplegará finalmente.

El sistema de Airseas no es el primero que hemos visto de cometas utilizadas para la propulsión asistida por viento en el transporte marítimo. SkySails, con sede en Alemania, ha estado probando una tecnología similar desde 2007 e implementó su primer sistema a bordo del Beluga SkySails en 2008". (49).

VIDEO. <https://youtu.be/opNhqdeif5w> (Tiempo 1m. 02 s.)

A new era of wind power for shipping: Seawing's first flight

“Skysails – Primer viaje oceánico un éxito

El usuario de *Discoverer mateMB* nos ha señalado las noticias del proyecto *Skysails de Beluga Shipping*, para cruzar el Atlántico con el uso de una cometa. En el comunicado de prensa de ayer, *Beluga Group* nos dice;



<https://qcaptain.com/skysails-first-ocean-voyage-a-success/>

La M/N *Beluga SkySails*, ha completado con éxito su viaje inaugural el jueves 13 de marzo de 2008, al finalizar una doble travesía transatlántica tras un viaje de unas 12.000 millas náuticas. Con 8.000 toneladas de carga general a bordo, la M/N *Á'Beluga SkySails* arribó a su puerto de destino en *Mo-I-Rana* (Noruega) (50), tras haber atravesado previamente varias zonas de clima adverso con vientos de hasta doce de la escala *Beaufort*.

Durante el estreno de la operación comercial que comenzó en *Bremen* el 22 de enero, vía *Guanta* (Venezuela) y *Davant* (EE.UU.), finalmente, condujo hasta cerca del círculo polar ártico. La gran cometa de remolque de 160 metros cuadrados ha sido lanzada con la mayor frecuencia posible para volar por periodos de entre unos pocos minutos y hasta ocho horas consecutivas. *Podemos volver a navegar con buques de carga, abriendo así un nuevo capítulo en la historia de la navegación comercial*", dijo *Lutz Heldt*, Capitán de *MV Beluga SkySails*". (51)

VIDEO <https://www.youtube.com/watch?v=eK1chrTTpdM> SkySails
- Propulsión mediante cometa. Tiempo. 4 m. 20 s.

“**MOL Explora Velas Triangulares unidas a grúas de barcos para impulsarlos**

El grupo naviero japonés *Mitsui O.S.K. Lines*, se ha asociado con otros grupos para investigar y desarrollar velas triangulares que se pueden montar en las grúas de carga de los barcos y otros equipos para impulsar la propulsión y reducir las emisiones GEI.



La ilustración muestra un barco equipado con *Delta Sail*. Imagen cortesía de M.O.L. <https://gcaptain.com/mol-exploring-triangular-sails-attached-to-ships-cranes-to-boost-propulsion/>

El programa de investigación conjunto reúne a *MOL*, su subsidiaria de carga seca a granel *MOL Drybulk*, *Oshima Shipbuilding* e *Iknow Machinery Co.* A diferencia de otras tecnologías de propulsión eólica, *Delta Sail* se puede montar en equipos existentes y se despliega como las velas tradicionales.

MOL señala que muchos de sus buques ya están equipados con grúas de manipulación de carga a las que se pueden acoplar las velas, pero la empresa tiene previsto estudiar la instalación de velas en una amplia gama de tipos de buques, como graneleros, transportadores de virutas de madera y barcos multiusos y embarcaciones de propósito.

El proyecto de R&D es solo una de las iniciativas en las que está trabajando el grupo *MOL* para lograr sus objetivos ambientales, incluido el logro de cero emisiones netas de GEI para 2050. Otras iniciativas que emprende incluyen el *Proyecto Wind Challenger*, que utiliza un tipo de vela dura telescópica, y el *Proyecto Wind Hunter*, que combina la tecnología de navegación de propulsión eólica y la energía eólica convertida para generar un suministro estable de hidrógeno”.(52)

“El SC Connector, el primer buque del mundo con rotores Flettner inclinable

Norsepower, con sede en Finlandia, ha instalado el primer juego de velas de *rotor basculante* del mundo a bordo del *SC Connector* del SEA-CARGO roll-on/roll-off. Las velas de rotor de 35 metros de altura, proporcionarán propulsión eólica auxiliar que reducirá el consumo de combustible, los costos de combustible y las emisiones de carbono hasta en un 25%. En condiciones de viento favorables, la embarcación podrá mantener su velocidad de servicio regular solo a vela, según *Norsepower*.

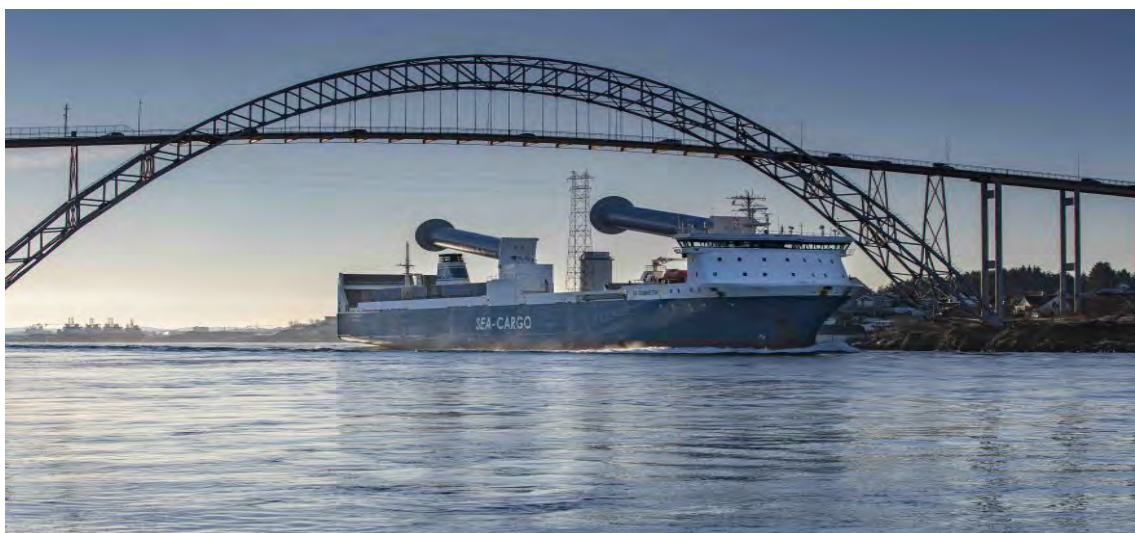


Image courtesy Norsepower. <https://gcaptain.com/first-tilting-rotor-sails-installed-on-sc-connector/>

La función de inclinación, por primera vez, permite que el *SC Connector* navegue por rutas con restricciones de altura mientras está en funcionamiento en el mercado del Mar del Norte. *SC Connector*, que navega entre el oeste de *Noruega*, *Dinamarca*, *los Países Bajos* y, también, *Suecia* y *Polonia*, transita por debajo de múltiples puentes y líneas eléctricas, lo que requiere la adaptación de las *velas del rotor para inclinarse casi horizontalmente* cuando sea necesario.

La solución Rotor Sail de Norsepower es una versión modernizada del rotor Flettner, un cilindro giratorio que utiliza el efecto Magnus para aprovechar la energía eólica para impulsar un barco.

En enero de 2021 el buque de carga rodada *SC Connector*, construido en 1997, fue modificado con la instalación sobre su cubierta de dos rotores *Flettner* y un banco de baterías en su interior, lo que lo convirtió no solamente en uno de los pocos buques híbridos del mundo, sino también en el buque más alto de toda *Noruega*, ocho metros más que el famoso buque escuela de 106 años *Statsraad Lehmkuhl*.” (53).

VIDEO. <https://www.youtube.com/watch?v=iDQvNBuS-2A> SC Norsepower Unveils Tilttable Rotor Sail Installation with Sea Cargo Agreement. 1m. 51 s

“Oceanbird, ¿el carguero oceánico del futuro?”



<https://www.energias-renovables.com/eolica/oceanbird--el-carguero-oceanico-del-futuro-20201228>

Una asociación público-privada de compañías suecas, está desarrollando un buque de carga de 200 metros de eslora, *el Oceanbird*, que será impulsado solo por el viento. El buque, capaz de cruzar el Atlántico en 12 días, tendrá una capacidad de carga similar a la de los cargueros convencionales de su mismo tamaño pero ahorrará el 90% de las emisiones de carbono.

El Oceanbird es un nuevo concepto que se está desarrollando en estrecha colaboración entre las compañías *Wallenius Marine*, *SSPA* y el *Instituto Real de Tecnología* (KTH) y está apoyado por la *Administración de Transporte de Suecia*, que actúa como cofinanciador.

El carguero, de 200 metros de eslora, *llevará cinco revolucionarias velas de 80 metros de altura* (el doble de altas que las de los mayores buques de vela convencionales), lo que da al barco una altura sobre la línea de flotación de aproximadamente 105 metros, pero gracias a una construcción telescópica pueden ser bajadas, lo que resulta en una altura del buque sobre la línea de flotación de aproximadamente 45 metros.

Oceanbird podrá transportar el equivalente a 7.000 coches en la bodega y, de acuerdo con sus desarrolladores, emitirá un 90% menos de CO₂ que un barco convencional de características similares en su viaje entre las dos orillas del Atlántico, que podrá realizar en 12 días con el viento como única fuente de energía. El proyecto fue presentado en septiembre pasado y *Richard Jeppsson*, uno de los responsables de la iniciativa, afirma que se está desarrollando muy rápidamente, hasta el punto de que podrían empezar a recibir los primeros pedidos de *Oceanbird* en 2021 y tenerlos completados para 2024”. (54).

VIDEO. https://youtu.be/Xah_BMkwn44

Oceanbird: Wings for a shipping revolution | Tiempo, 1 m. 5 s.

Conclusiones

La energía eólica y el uso de las velas: El viento es una energía renovable obvia que las compañías navieras podrían utilizar, después de todo, es como antes se impulsaba todo el transporte marítimo mundial. Ahora, solo una pequeña fracción del transporte marítimo está siendo movida por los llamados buques cargueros a vela.

El transporte marítimo está experimentando una transformación con la descarbonización y la digitalización, a través de la adopción de la Estrategia OMI 2023, a fin de lograr cero emisiones GEI cerca de 2050, con el compromiso de adoptar combustibles alternativos de cero emisiones para 2030 y puntos de control indicativos para 2030 y 2040. Si bien, varias compañías navieras están buscando fuentes de combustible alternativos como hidrógeno, amoníaco, metanol y GLP, los costos actuales involucrados en la producción de hidrógeno verde son demasiado altos para competir con los combustibles fósiles.

Sin embatgo, habrá que considerar que: “La contaminación biológica puede aumentar significativamente las emisiones GEI de los barcos, revela un estudio de la OMI presentado en la cumbre de las Naciones Unidas de este mes. Los primeros hallazgos de un estudio sobre el impacto de la contaminación biológica, revelan que incluso una fina capa de lodo en el casco puede aumentar sus emisiones hasta en un 25%. El estudio fue presentado en la COP26 celebrada en Glasgow.

La acumulación de varios organismos acuáticos en los cascos de los barcos, aumenta la resistencia a medida que navega , por lo tanto, se necesita más energía de propulsión, lo que a su vez aumenta los costos de combustible y las emisiones de carbono. Además, una capa ligera de gusanos tubícolas puede aumentar las emisiones GEI hasta en un 55%. Para minimizar el movimiento de especies no autóctonas a través de la bioincrustación, la OMI hizo recomendaciones a través de su Resolución MEPC.207(62)”. (55)

“La reducción de la velocidad es una manera rápida, fácil y eficaz de reducir las emisiones de los barcos. Dado el reciente aumento del precio del petróleo, es sensato reducir la velocidad no sólo desde el punto de vista ecológico sino también desde el económico.

Las emisiones, especialmente las de dióxido de carbono, son directamente proporcionales al consumo de combustible. A mayor velocidad, mayor consumo de combustible. Por tanto, si reducimos la velocidad incluso un poco, podremos ahorrar una gran cantidad de combustible y reducir las emisiones.

Hapag-Lloyd redujo la velocidad de algunos de sus barcos en tan sólo 5 nudos, un 20%, lo que le ahorró un 50% de gastos de combustible. Si se limitase la velocidad de los barcos se reducirían las emisiones de gases contaminantes. Un alto cargo de la compañía francesa *CMA CGM* afirmó que para reducir el consumo de combustible la mayor parte de los barcos empezarán a aplicar *velocidades económicas*". (56)

“La gente de mar ha sido reconocida por tener un papel clave en la *Estrategia* de reducción de GEI del transporte marítimo. Los sindicatos de gente de mar han asegurado compromisos con una *Transición Justa* para los trabajadores marítimos como parte de la *Estrategia Revisada* de reducción de emisiones GEI de la OMI 2023.

La Estrategia también incluye revisar la capacitación de la gente de mar y garantizar que las nuevas tecnologías de cero emisiones sean seguras para los trabajadores y las comunidades. La Federación Internacional de Trabajadores del Transporte (ITF) acogió con satisfacción la medida, que reconoce la importancia de la gente de mar y su papel en la descarbonización del transporte marítimo.

Este es un reconocimiento histórico por parte de la OMI, de la importancia de la gente de mar y de sus necesidades de salud y seguridad, dijo el presidente de la ITF, Dave Heindel, Sección de Gente de Mar. Con esta Estrategia revisada, la OMI afirma que la gente de mar tiene un papel fundamental que desempeñar para que el transporte marítimo enfrente el desafío de la descarbonización". (57)

REFERENCIAS.

1.- **Windskip**, es la creación de *Terje Lade*, quien utilizó sus habilidades como marinero de carrera para desarrollar su diseño aerodinámico. El dice que el carguero futurista funciona más como avión que como un barco convencional de navegación. El dijo: *En la era de Cristóbal Colón, por ejemplo, él habría utilizado lo que llegó a ser conocido como vientos alisios, pero su barco era muy distinto al VindSkip porque él habría estado navegando con el viento... él no podía navegar de ceñida* <https://cnnespanol.cnn.com/2015/01/16/el-buque-de-carga-vindskip-utiliza-su-casco-como-vela-gigante/>.

2.- Inauguración del 80.º período de sesiones del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC) en la sede de la OMI en Londres, 3 de julio de 2023. Los países discuten objetivos para reducir las emisiones del transporte marítimo. (Párrafo séptimo). <https://gcaptain.com/nations-haggle-over-targets-to-cut-shippings-emissions/>.

3.- Windskip.- <http://www.eltambor.es/1237-pm-et-el-buque-de-carga-vindskip-utiliza-su-casco-como-vela-gigante> **Enero 18, 2015.**

4.- OMI.- Organización Marítima Internacional, es el organismo especializado de las Naciones Unidas, responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del mar por los buques. la OMI es la autoridad mundial encargada de establecer normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental que ha de observarse en el transporte marítimo internacional. Su función principal es establecer un marco normativo para el sector del transporte marítimo que sea justo y eficaz y que se adopte y aplique en el plano internacional. <https://www.imo.org/es/about/Pages/Default.aspx>.

5.- Un gran buque. <https://news.un.org/es/story/2019/11/1464831> **Nov. 03, 2019** (Párrafos 2 y 3).

6- sector marítimo. <https://news.un.org/es/story/2021/04/1490592> **Abril 9, 2021**

7.- El concepto: la forma del casco..... <https://ladeas.no/the-concept/>.

8- ¿Qué tan perjudicial será la OMI 2020?..- A partir del 1 de enero de 2020, de acuerdo con un mandato de la OMI, el porcentaje permitido de azufre en el combustible marino disminuirá sustancialmente, del 3.5% al 0.5%. Con la excepción de algunas zonas del noroeste de Europa y América del Norte, conocidas como *Áreas de Control de Emisiones (ECA)*, donde el contenido máximo de azufre está restringido a 0.1%. <https://www.bcg.com/publications/2019/disruptive-imo-2020> **Mayo 16, 2019**

Las ECA establecidas son las siguientes:

1. Zona del mar Báltico – definida en el Anexo I del Convenio MARPOL (solamente para los SO_x);
2. Zona del Mar del Norte –definida en el Anexo V del Convenio MARPOL (solamente para los SO_x);
3. Zona de Norteamérica (que entró en vigor el 1 de agosto de 2012) – definida en el apéndice VII del Anexo VI del Convenio MARPOL (SO_x, NO_x y PM) y Zona del mar Caribe de los Estados Unidos (que entró en vigor el 1 de enero de 2014) – definida en el Apéndice VII del Anexo VI del Convenio MARPOL (SO_x, NO_x y <http://ingmaritima.blogspot.com/2017/06/zonas-eca.html>).

9.-Buque mercante de <https://revistamaritima.com/2015/02/03/ecologiaun-buque-mercante-de-energia-eolica/>. **Febrero 3, 2015.**

10.-Foro Marítimo Mundial, Singappore https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019_es.pdf. **Noviembre, 2019**

11.- Buques sin emisiones. <https://news.un.org/es/story/2019/11/1464831>.

12.- Barco Color Line Hybrid. <https://vadebarcos.net/2017/06/20/el-buque-hibrido-enchufable-de-la-color-line-recibe-el-next-generation-ship-award/>. **Junio 20, 2017**

13.- (MEPC) El Comité de protección del medio marino, aborda cuestiones ambientales dentro del ámbito de competencias de la OMI, especialmente aquellas recogidas dentro del Convenio MARPOL. Es decir, se ocupa del control y prevención de la contaminación causada por los buques, incluidos los hidrocarburos, los productos químicos transportados al granel, las aguas sucias, las basuras y las emisiones procedentes de los buques, como la contaminación atmosférica y las emisiones de gases GEI. Asimismo, también se ocupa de otros asuntos como la gestión del agua de lastre, los sistemas antiincrustantes, el reciclaje de buques, la preparación y lucha contra la contaminación y la identificación de zonas especiales y de zonas marinas especialmente sensibles. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/MeetingSummaries/Paginas/MEPC-default.aspx>.

14.- EEXI y CII: Medidas de intensidad de carbono de los buques. A partir del 1 de enero de 2023 es obligatorio que todos los buques calculen su índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes (EEXI) obtenido para medir su eficiencia energética y que informen de su indicador de intensidad de carbono (CII) operacional anual obtenido y de su calificación. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/EEXI-CII-FAQ.aspx>.

15.- El Trabajo de la OMI para reducir los gases de GEI

[ps://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx](https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx)

16.- Acuerdo de París, art 2.- 1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: **a)** Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; sigue..... [https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish .pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf).

17.- BIMCO. El Consejo Marítimo Internacional y Báltico (BIMCO) es una de las organizaciones navieras privadas más grandes y diversas del mundo. Su objetivo es unir los intereses navieros para responder de manera proactiva y rápida a los problemas que afectan a sus miembros y que surgen en un entorno marítimo que cambia rápidamente. [https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/baltic-and-international-maritime-council-\(bimco\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/baltic-and-international-maritime-council-(bimco)).

18.- International Chamber of Shipping.- (ICS), tiene miembros de alrededor de 40 países. Nuestra membresía comprende asociaciones nacionales de armadores, a través de la cual la estructura ICS habla de manera única y legítima y representa a la mayoría significativa del transporte marítimo internacional. Nuestras asociaciones miembros nacionales representan a compañías navieras de todos los sectores de la

comunidad de armadores. Estos incluyen graneleros, petroleros, quimiqueros, gaseros, portacontenedores, buques de carga general, buques de apoyo en alta mar y buques de pasajeros. ICS se estableció en 1921 para garantizar el desarrollo, la promoción y la aplicación de las mejores prácticas en toda la industria del transporte marítimo. <https://www.ics-shipping.org/about-ics/>.

19.- ¿Qué es la COP26? de Glasgow, es la vigésima sexta conferencia del clima, es la mayor y más importante conferencia relacionada con el clima del planeta. En 1992, la ONU organizó un gran evento en Río de Janeiro, bajo el nombre de la Cumbre de la Tierra, en el que se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En este tratado, las naciones acordaron *estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera*, para evitar la peligrosa interferencia de la actividad humana en el sistema climático. En la actualidad, el tratado cuenta con 197 signatarios. Desde 1994, año en que entró en vigor el tratado, la ONU reúne cada año a casi todos los países del mundo en cumbres mundiales sobre el clima, conocidas como las *COP*, que se refiere a *Conferencia de las Partes*. Este año se debería haber celebrado la 27ª cumbre anual pero, por el COVID-19, el año pasado no se pudo convocar; de ahí que este año celebremos la 26ª conferencia, la COP26. <https://news.un.org/es/story/2021/10/1499162>.

20.- The UK Chamber of Shipping. La Cámara Marítima del Reino Unido es la asociación comercial y la voz de la industria naviera del Reino Unido. Trabajamos con el gobierno, el parlamento, las organizaciones internacionales y otros para defender y proteger la industria en nombre de nuestros miembros. Nuestra misión es ofrecer a nuestros miembros experiencia especializada confiable, cabildeo e influencia a nivel del Reino Unido sobre cuestiones marítimas en organismos gubernamentales y gubernamentales nacionales, europeos e internacionales. Al combinar la fuerza de nuestros miembros con esta experiencia, impulsaremos la fuerza competitiva de la industria, asegurando que el Reino Unido siga siendo líder en el negocio marítimo mundial. También es el hogar de la Junta de Capacitación de la Marina Mercante (MNTB), que es el organismo central de la industria naviera para promover y desarrollar la educación, la capacitación y las habilidades de la gente de mar en sectores industriales específicos. [https://www.maritimeuk.org/about/our-members/national-members/uk-chamber-shipping/..](https://www.maritimeuk.org/about/our-members/national-members/uk-chamber-shipping/)

21.- Estrategia revisada de GEI 2023, para el transporte marítimo de la OMI. OMI <https://gcaptain.com/imos-revised-ghg-strategy-for-shipping-details-and-reactions/> . [Mike Schuler](#) **July 7, 2023**

22.- El efecto invernadero.... Por razones de espacio esta imagen verla al final

23.- SOX (Oxidos de azufre).- El principal tipo de hidrocarburos usado como combustible en los buques es el fueloil pesado, derivado del residuo de la destilación del petróleo crudo. El petróleo crudo contiene azufre que tras la combustión en el motor, es liberado en la atmósfera junto con el resto de emisiones del buque. Los (SOx) son conocidos por ser perjudiciales para la salud humana, causando síntomas respiratorios y enfermedades de los pulmones. En la atmósfera, los SOx pueden producir lluvia ácida, que puede a su vez provocar daños en los cultivos, bosques y especies acuáticas y contribuye además a la acidificación de los océanos. Las reglas de la OMI para reducir las emisiones de óxidos de azufre entraron en vigor en 2005. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Sulphur-2020.aspx>.

23a.- NOX (óxidos de nitrógeno) Los NOx son gases venenosos derivados de la combustión de nitrógeno y oxígeno a alta presión y temperatura. Los NOx pueden reaccionar con compuestos orgánicos volátiles para formar ozono a nivel del suelo y también reaccionan con productos químicos atmosféricos, produciendo PM2,5. <https://www.crowcon.com/es/blog/understanding-air-pollutants-a-guide-to-nitrogen-oxides-nox/>.

24 Combustibles alternativos. <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/dnv-gl-y-cme-analizaron-las-perspectivas-de-la-descarbonizacion-del-transporte-maritimo>
Noviembre 16, 2020.

25.- Buques de combustible dual.- aquellos que tienen la capacidad de quemar tanto un combustible estándar a base de petróleo, como un combustible alternativo, como el GNL, e GLP, e metanol, etc. <https://www.naucher.com/un-71-de-los-buques-de-nueva-construccion-esta-equipado-con-scrubbers/>.

25b- Shell y CMA CGM han firmado un acuerdo https://gcaptain.com/shell-and-cma-cgm-sign-lng-fuel-supply-agreement-in-singapore/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-f248c907fc-139799089&mc_cid=f248c907fc&mc_eid=18a58bc77a. **28 de junio de 2022**

26.- Maersk adaptará portacontenedores a combustible de metanol verde https://gcaptain.com/maersk-to-retrofit-containership-to-green-methanol-fuel/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-791908a470-139799089&mc_cid=791908a470&mc_eid=18a58bc77a . **Mike Schuler June 21/23**

27.- Wärtsilä convertirá transbordadores de Stena Line a combustible de metanol <https://gcaptain.com/stena-bulk-to-equip-tanker-with-shipboard-carbon-capture-unit/>
Mike Schuler October 5, 2022.

28.- El primer carguero, muy grande y alimentado con GLP <https://gcaptain.com/worlds-first-lpg-fueled-very-large-gas-carrier/> **Nov, 4, 2020**

29.- CMA CGM realiza pedido para construir . <http://www.camae.org/cma-cgm/cma-cgm-realiza-pedido-para-construir-diez-buques-impulsados-por-gnl-y-seis-por-metanol/>. **6 junio, 2022**

30.- DNV otorga aprobación en principio.... <https://gcaptain.com/dnv-grants-approval-in-principle-to-ammonia-powered-gas-carrier-design/>. **Mike Schuler June 7, 2023**

31.- El concepto NoGAPS
<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1560108/FULLTEXT02.pdf>.

32.- MSC y Fincantieri construirán dos cruceros con tecnología de hidrógeno. <https://www.energynews.es/msc-y-fincantieri-construiran-dos-cruceros-impulsados-por-hidrogeno/> **06/07/2022**

33.- Turbina... [Por razones de espacio esta imagen verla al final.](#)

33b.- MOL empezará a construir un buque que producirá hidrógeno en 2024. <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/gas/mol-empezara-a-construir-un-buque-que-producira-hidrogeno-en-2024>. **04 ENERO 2023 RLD ENER.**

34.- Primer corredor marítimo de hidrógeno.... <https://gcaptain.com/first-green-hydrogen-shipping-corridor-to-connect-algeciras-with-rotterdam/> **Mike Schuler**
June 14, 2023

35.- Stena Bulk equipará buque cisterna con captura de carbono a bordo <https://gcaptain.com/stena-bulk-to-equip-tanker-with-shipboard-carbon-capture-unit/> .
Mike Schuler **October 5, 2022**

36.- inversión histórica en un importante proyecto. <https://gcaptain.com/historic-investment-decision-on-first-carbon-capture-and-storage-project-offshore-norway/>.
Mike Schuler **May 15, 2020**

37.- ¿Qué es la energía eólica?.- La energía eólica es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que reemplaza la energía producida a través de los combustibles fósiles. El mayor productor de energía eólica del mundo es Estados Unidos, seguido de Alemania, China, India y España. En América Latina el mayor productor es Brasil. En España, la energía eólica abasteció de electricidad del equivalente a 12 millones de hogares, esto es un 18% de las necesidades del país (Fuente AEE).
<https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>.

38.- La edad del descubrimiento. (<https://youtu.be/yXbvG6VrwNc>) **(Marzo 23, 2021)**

39.- ¿Cuáles son las diferentes tecnologías de propulsión de velicas?
<https://lcjcapteurs.com/es/innovaciones-en-los-veleros-de-carga/>.

40.- Rotores Flettner (Deutsches Schifffahrts Museum), es un sistema de impulsión eólica para naves, inventado a inicios del siglo XX por el alemán Anton Flettner, haciendo uso práctico del efecto Magnus. El uso del efecto Magnus ha sido propuesto para concretar sistemas de propulsión compuestos por grandes cilindros verticales (rotores pasivos) capaces de producir un empuje hacia adelante cuando la presión del aire es lateral; esto es, la presión del aire hace girar al cilindro llamado rotor al mismo tiempo que hace avanzar la nave de modo perpendicular al aire en movimiento. En 1924 Flettner, asistido por Albert Betz, Jacob Ackeret y Ludwig Prandtl, hizo transformar un velero trimástil de tipo goleta (schooner) llamado Buckau en un barco birrotor (es decir, con dos cilindros rotores montados verticalmente sobre la cubierta). Así transformado, el buque fue renombrado como Baden-Baden. https://es.wikipedia.org/wiki/Rotor_Flettner.

41.- Anton Flettner (noviembre 1, 1885 – diciembre 29, 1961) fue un ingeniero de aviación e inventor alemán. *Flettner* hizo importantes contribuciones a los diseños de aviones, helicópteros, embarcaciones y automóviles. Después de servir a Alemania en ambas Guerras Mundiales, *Anton Flettner* emigró a los Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, como consultor de la oficina de Investigación Naval de la Armada. *Flettner* revolucionó el arte de aprovechar el viento, utilizado esencialmente de forma inalterada durante miles de años, la vela de lona, por una

máquina moderna, el barco *Flettner Rotor*, que podría permitir a los transatlánticos reducir sus tripulaciones en dos tercios y ahorrar 90 por ciento en combustible. https://en.wikipedia.org/wiki/Anton_Flettner].

42.- El efecto. Magnus... Por razones de espacio esta imagen verla al final.

43.- El revolucionario Barbara y sus rotores Flettner.

<https://envisitadecortesia.com/2020/09/05/el-revolucionario-barbara-y-sus-rotores-flettner/>.

44.- E-Ship 1: Barco impulsado por rotores eólicos arribó al Puerto de Arica.

<https://codexverde.cl/e-ship-1-primer-barco-impulsado-por-energia-eolica-arribo-al-puerto-de-arica/> . **Octubre 15, 2015**

45.- Empresa brasileña Vale, pondrá en servicio el primer buque con cinco

velas.... <https://gcaptain.com/newbuild-vale-vloc-revealed-as-bulk-carrier-getting-five-tilting-rotor-sails/>. **Mike Schuler May 13, 2021**

46.- Un nuevo estudio confirme ahorro combustible [https://gcaptain.com/new-study-confirms-fuel-savings-from-norsepower-rotor-sails-and-weather-routing/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-e93d1f4103-](https://gcaptain.com/new-study-confirms-fuel-savings-from-norsepower-rotor-sails-and-weather-routing/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-e93d1f4103-139799089&mc_cid=e93d1f4103&mc_eid=18a58bc77a)

[139799089&mc_cid=e93d1f4103&mc_eid=18a58bc77a](https://gcaptain.com/new-study-confirms-fuel-savings-from-norsepower-rotor-sails-and-weather-routing/?subscriber=true&goal=0_f50174ef03-e93d1f4103-139799089&mc_cid=e93d1f4103&mc_eid=18a58bc77a). **Mike Schuler May 30, 2023**

47.-- China lanza un VLCC gigante con alas de vela que reducen consumo

<https://ecoinventos.com/NEW-ADEN/>. **Octubre 4, 2022**

48.- El sistema Wind Cahllenger permite al buque 'Shofu Maru'

<https://www.lavanguardia.com/natural/20221108/8598330/asi-asi-funciona-primer-gran-barco-carga-innovadora-propulsion-eolica-vela-rigida.html>. **OAQUIM ELCACHO 08/11/2022**

49.- Airseas instala su primera cometa autónoma en un carguero.

<https://gcaptain.com/french-ro-ro-to-begin-testing-seawing-ship-kite-for-wind-assisted-propulsion/>. **Diciembre 18, 2021**

50.- Mo i Rana es una localidad ubicada justo al sur del *círculo polar ártico* en el municipio de Rana en la provincia de *Nordland, Noruega*. Desde finales de la Segunda Guerra Mundial hasta comienzos de la década de 1990. *Mo i Rana*, era muy dependiente de la industria pesada, lo que se manifestaba en la fundición de acero que estaba radicada en ella. Al declinar la industria pesada, se han establecido varias industrias relacionadas con sector servicios. La Biblioteca Nacional de Noruega se encuentra ubicada en Mo i Rana. https://es.wikipedia.org/wiki/Mo_i_Rana.

51.- Skysails – Primer viaje oceánico un éxito <https://gcaptain.com/skysails-first-ocean-voyage-a-success/>. **John Konrad March 21, 2008**

52.- MOL Explora Velas Triangulares unidas a grúas de barcos propulsión. <https://gcaptain.com/mol-exploring-triangular-sails-attached-to-ships-cranes-to-boost-propulsion/>. **Mike Schuler July 27, 2021**

53.- El SC Connector, el primer buque del mundo con rotores Flettner inclinable
<https://gcaptain.com/first-tilting-rotor-sails-installed-on-sc-connector/>. **Mike Schuler**
Enero 20, 2021.

54.- Oceanbird, ¿el carguero oceánico del futuro? <https://www.energias-renovables.com/eolica/oceanbird--el-carguero-oceanico-del-futuro-20201228>.
Diciembre 28, 2020. (Pepa Mosquera)

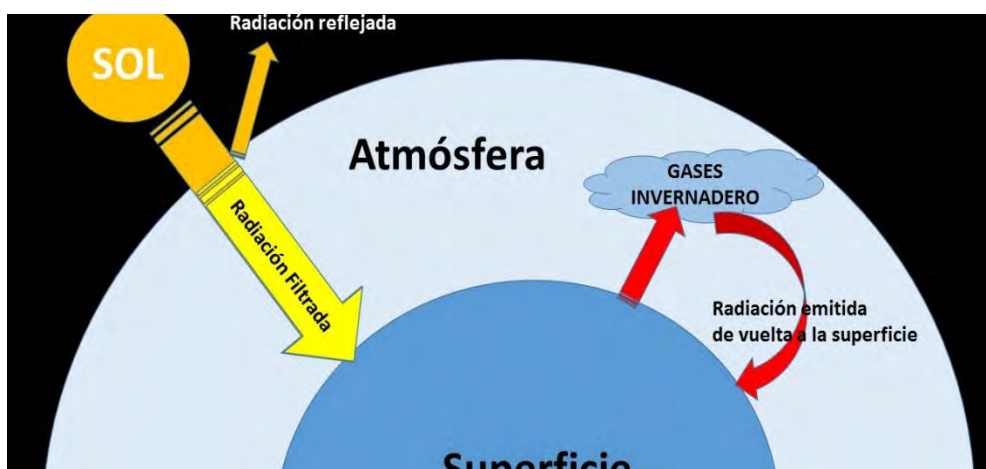
55.- <https://gcaptain.com/biofouling-in-focus-a-smooth-hull-reduces-your-vessels-ghg-emissions/>.

56.- <https://europe.oceana.org/es/contaminacion-por-la-industria-naval-0/>

57.- <https://gcaptain.com/seafarers-recognized-for-having-key-role-in-shippings-ghg-reduction-strategy/> **Mike Schuler** July 21, 2023

SIGUE

22.- El efecto invernadero



<https://www.francoiseclementi.com/2019/cuales-son-los-gases-de-efecto-invernadero-gei/>

Es un fenómeno natural que ocurre en la Tierra y que contribuye a mantener la temperatura del planeta a un nivel cálido y habitable. Cuando la luz del sol llega a la Tierra, gran parte de ella es absorbida por la superficie del planeta y se convierte en calor. Este calor es luego emitido de nuevo hacia el espacio en forma de radiación infrarroja. Sin embargo, ciertos gases presentes en la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), impiden que parte de esta radiación infrarroja escape hacia el espacio, lo que hace que la temperatura de la Tierra se eleve. Estos gases se conocen como gases de efecto invernadero.
<https://ecoinventos.com/efecto-invernadero/> (Actualizado : 26/12/20)

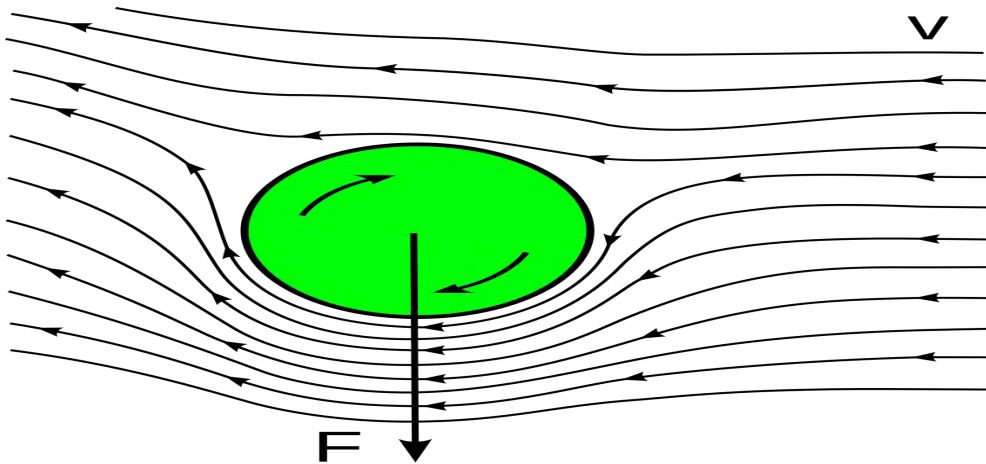
33.- Turbina



<https://www.worldenergytrade.com/component/seoglossary/1-energia/turbina>

Es el nombre genérico que se da a la mayoría de las turbomáquinas motoras. Estas son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y este le entrega su energía cinética a través de un rodete con paletas o álabes. La turbina es un motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía cinética de una corriente de agua, vapor de agua o gas. (Author – **Wikipedia** Visto – 2014)

42.-El efecto Magnus,



Representación del efecto Magnus,- actuando sobre una esfera o cilindro, modificando el flujo de aire. Las líneas V indican el viento. La flecha F representa la fuerza resultante dirigida hacia la zona de presión más baja. Ver que es perpendicular a la dirección del viento. https://es.wikipedia.org/wiki/Aparejo_vela-rotativa

Denominado así en honor al físico y químico [alemán Heinrich Gustav Magnus](#) (1802-1870), es el nombre dado al fenómeno físico por el cual la rotación de un objeto afecta a la trayectoria del mismo a través de un fluido, como por ejemplo, el aire. Es producto de varios fenómenos, incluido el principio de Bernoulli y la condición de no deslizamiento del fluido encima de la superficie del objeto. Un objeto en rotación crea un flujo rotacional a su alrededor. Sobre un lado del objeto, el movimiento de rotación tendrá el mismo sentido que la corriente de aire a la que el objeto está expuesto. En este lado la velocidad se incrementará. En el otro lado, el movimiento de rotación se

produce en el sentido opuesto a la de la corriente de aire y la velocidad se verá disminuida. La presión en el aire se ve reducida desde la [presión atmosférica](#) en una cantidad proporcional al cuadrado de la velocidad, con lo que la presión será menor en un lado que en otro, causando una fuerza perpendicular a la dirección de la corriente de aire. [https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Magnus'](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Magnus)