

Biocombustibles en el transporte marítimo

ARTÍCULO ELABORADO POR ANAVE A PARTIR DEL INFORME DE DNV 'BIOFUELS IN SHIPPING' Y OTRAS FUENTES

Este Tribuna analiza el papel potencial de los biocombustibles en la descarbonización del transporte marítimo, ofreciendo una visión general de la situación actual y consejos prácticos para su uso a bordo.

Además, estima la producción futura de biocombustibles sostenibles teniendo en cuenta la biomasa potencial disponible y se compara con la producción actual y prevista de la base de datos de DNV, que abarca más de 5.000 proyectos

La cuota de biocombustibles en el transporte marítimo está en aumento. Los biocombustibles —ya sea en forma de metano, metanol o combustibles convencionales— se están consolidando como una de las formas más interesantes para dar cumplimiento a las nuevas normas de la Organización Marítima Internacional (OMI) y de la Unión Europea (UE) sobre emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

No todos los biocombustibles se consideran sostenibles y, potencialmente, neutros en carbono. Ello depende de hasta qué punto el CO₂ emitido durante su combustión a bordo compensa el absorbido por la biomasa empleada

en su producción durante el crecimiento. Una ventaja importante de los biocombustibles es que pueden generalmente emplearse sin hacer grandes modificaciones al buque e incluso mezclarse con versiones fósiles similares. Se trata de una opción atractiva para los armadores, ya que les ofrece una forma de lograr reducciones de carbono, a muy corto plazo y sin tener que hacer grandes inversiones de capital. Por este motivo, se prevé que desempeñen un papel fundamental en los esfuerzos de descarbonización del sector marítimo.

La capacidad actual de producción mundial de biocombustibles sostenibles es de unos 11 millones de toneladas

equivalentes de petróleo (Mtep) anuales y DNV estima que aumentará hasta 23 Mtep en 2026. El suministro potencial de biocombustibles sostenibles y económicos podría aumentar hasta entre 500 y 1.300 Mtep anuales para 2050, incluso aplicando los más estrictos criterios de sostenibilidad para su certificación. Sin embargo, será necesario un importante aumento de la capacidad de producción de biocombustibles sostenibles para desarrollar todo este potencial.

Si el transporte marítimo se descarbonizara por completo en 2050 utilizando principalmente biocombustibles, se necesitarían 250 Mtep al año. Sin embargo, existen limitaciones en la capacidad de producción de biocombustibles avanzados que pueden limitar la oferta disponible. Además, a medio y largo plazo, el transporte marítimo tendrá que competir con otros sectores por el uso de estos biocombustibles. En consecuencia, es poco probable que los biocombustibles sean la única solución para que el

transporte marítimo logre el objetivo de generar cero emisiones netas de GEI.

USO ACTUAL EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO

El uso de biocombustibles en el sector del transporte se ha limitado históricamente al transporte por carretera. Recientemente, sin embargo, en el sector del transporte marítimo se ha incrementado de forma significativa, pasando de niveles muy bajos —principalmente pruebas y proyectos piloto— a un total de 930.000 toneladas de biocombustible que, según los informes, fueron suministradas a buques en Singapur y Róterdam en 2022 (FIG.1).

Teniendo en cuenta que los biocombustibles suelen encontrarse mezclados, generalmente en una proporción en volumen del 30%, podemos traducir las 930.000 toneladas en unas 280.000 toneladas de biocombustible puro. Esto equivale aproximadamente al 0,1% del consumo actual de energía marítima, que es de unos 280 Mtep al año.

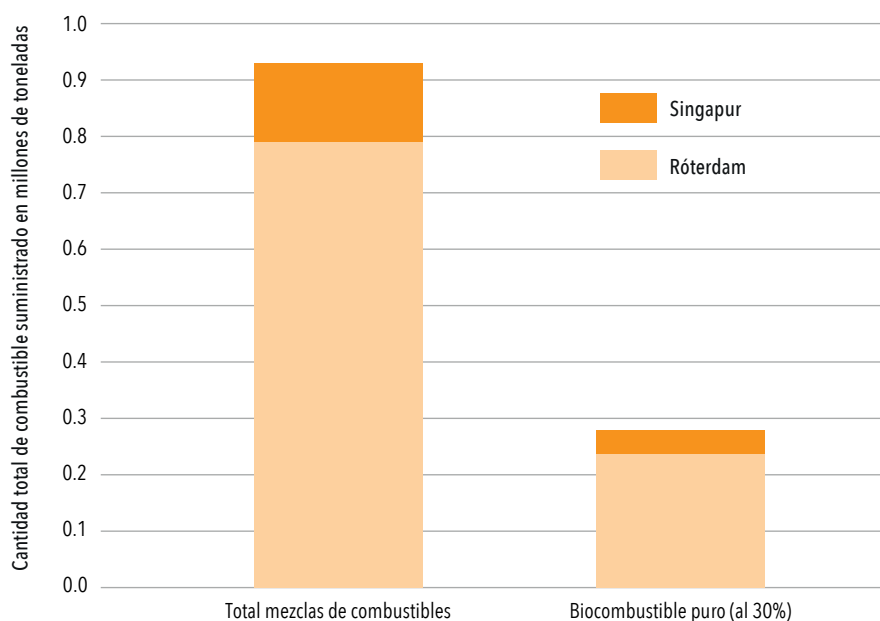
CONSIDERACIONES PRÁCTICAS SOBRE SU USO

Una razón clave por la que los biocombustibles se consideran una vía atractiva de descarbonización para el transporte marítimo es su capacidad para ser utilizados a bordo de los buques existentes sin requerir apenas modificaciones.

Esto se aplica en gran medida al bioetanol y al GNL si se instala el equipo adecuado a bordo, ya que tienen prácticamente las mismas propiedades que sus equivalentes fósiles. En el caso de los biodiésel y otros biolíquidos utilizados en sustitución de fuelóleos y destilados, la capacidad de sustitución depende de factores como la materia prima en la que se basa el biocombustible, el proceso de producción y el tiempo de almacenamiento. Por tanto, es importante evaluar cada tipo de combustible para asegurar que sus especificaciones y calidad sean compatibles con las aplicaciones previstas a bordo del buque. De lo contrario, existe el riesgo de que se produzcan daños en los equipos y pérdidas de potencia.

Actualmente es poca la experiencia con el uso de biocombustibles en buques y su compatibilidad con la maquinaria de a bordo existente. Los biocombustibles líquidos más utilizados en el transporte marítimo son el FAME (ésteres metílicos de ácidos grasos) y el HVO (aceite vegetal tratado con hidrógeno). Ambos tienen características propias que deben tenerse en cuenta para su uso a bordo. Por ejemplo, la estabilidad oxidativa de los FAME es baja (por lo que el combustible se

FIG.1 // SUMINISTRO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LOS PUERTOS DE RÓTERDAM Y SINGAPUR (2022)



Fuente: datos recopilados en artículos de Reuters y Tradewinds

tiende a degradar tras almacenarlo durante mucho tiempo). El HVO, en cambio, tiene una gran estabilidad a la oxidación y puede almacenarse durante largos periodos. En el futuro, pueden surgir otros tipos de biocombustibles y se establecerán directrices más específicas a medida que se realicen más pruebas.

Estas son algunas de las posibles consecuencias del uso de biocombustibles:

- **Crecimiento microbiano:** Pueden formarse bacterias y moho y provocar la obstrucción de filtros y tuberías.
- **Degradación por oxígeno:** El biodiésel puede formar depósitos en las tuberías y el motor, comprometiendo el rendimiento operativo.
- **Mayor punto de turbiedad:** El punto de turbiedad es generalmente mayor que el de los combustibles líquidos convencionales, lo que puede provocar la obstrucción de los filtros a bajas temperaturas.
- **Corrosión:** Algunos tipos de mangueras y juntas pueden degradarse, provocando la pérdida de integridad y su posible reacción con algún material metálico formando depósitos.
- **Posible deterioro de sellados de goma, juntas y mangueras:** Importante verificar que estos componentes pueden utilizarse con el biocombustible.

- **Cambio de combustible:** Al cambiar de gasóleo a biocombustible, los filtros de combustible pueden obstruirse.

SITUACIÓN NORMATIVA

Dado que los biocombustibles tienen un historial de uso a bordo relativamente corto, su marco regulatorio para uso marino está aún en fase de desarrollo.

En julio de 2023, el MEPC 80 de la Organización Marítima Internacional (OMI) acordó elaborar unas Directrices sobre la intensidad de GEI a lo largo de todo el ciclo de vida de los combustibles para uso marítimo (Directrices LCA), que definirán los métodos para calcular las emisiones totales del 'pozo a la estela' (*well-to-wake*) de los combustibles y fuentes de energía a bordo. Hasta que la OMI las elabore, se ha establecido un criterio provisional simplificado a efectos del Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque (*Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP*), del Sistema de Recopilación de Datos sobre el Consumo de Combustible (*Data Collection System, DCS*) y del Indicador de Intensidad de Carbono (*Carbon Intensity Indicator, CII*).

Según este criterio, se permite asignar a los biocombustibles que proporcionen una reducción de las emisiones de GEI del 'pozo a la estela' de al menos el 65% en comparación con las emisiones

EMISIONES	NORMA	SITUACIÓN RESPECTO BIOCOMBUSTIBLES
Gases de efecto invernadero	EEXI/EEDI (OMI)	Sin efecto. El EEXI y el EEDI es un requisito de proyecto que utiliza el factor de emisión del combustible incluido en el Expediente Técnico NO _x , otro valor proporcionado por el fabricante del motor o el factor por defecto establecido por la norma.
	DCS y CII (OMI)	A la espera de las Directrices LCA definitivas, ver las Directrices provisionales de la OMI sobre el uso de biocombustibles (Circular MEPC 1 / Circ. 905)
	EU MRV y EU ETS (UE)	Si se certifica que el biocombustible cumple los criterios de sostenibilidad y ahorro de emisiones de GEI de la Directiva RED, las emisiones de CO ₂ del combustible se considerarán nulas.
	FuelEU Maritime (UE)	Si se certifica que el combustible cumple los criterios de sostenibilidad y ahorro de emisiones de GEI de la Directiva RED, se utilizarán los valores de emisiones de GEI del biocombustible en cuestión. En general, los biocombustibles basados en cultivos alimenticios y piensos, se consideran equivalentes a los combustibles fósiles.
NO _x	Combustibles con contenido de biocombustible <30%	No es necesario demostrar que no se incumplen los límites de NO _x cuando se utilizan combustibles con un contenido de biocombustible inferior al 30%.
	Combustibles con contenido de biocombustible >30%	En caso de que no sea necesario realizar cambios en los componentes críticos de NO _x , se permite su uso. Si el fabricante del motor confirma que el motor puede funcionar con el combustible y no es necesario modificar ningún ajuste o componente crítico de NO _x fuera de los indicados en el expediente técnico NO _x aprobado, se permite el uso del biocombustible.

del MGO de 94 gCO₂e/MJ (es decir, que alcancen una intensidad de emisión no superior a 33 gCO₂e/MJ) un factor de emisión (C_p) igual al valor certificado de las emisiones de GEI del 'pozo a la estela' del biocombustible multiplicado por su poder calorífico inferior (LCV, expresado en MJ/g).

La situación normativa del uso de biocombustibles en el ámbito marino se recoge en la tabla superior.

PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles se obtienen a partir de materia orgánica (biomasa). La biomasa procedente de los principales productos agrícolas suele denominarse convencional, mientras que la procedente de fuentes no alimentarias o no forrajeras se denomina avanzada.

De todos los tipos de biocombustibles, destacan tres para su uso en el transporte marítimo:

- El **FAME** (éster metílico de ácidos grasos) se produce a partir de aceites vegetales, grasas animales o aceites de cocina usados mediante transesterificación, en la que varios aceites (triglicéridos) se convierten en ésteres metílicos. Actualmente, el FAME

es el biocombustible más utilizado en aplicaciones marinas. Se utiliza en mezclas con combustibles tradicionales derivados del petróleo o como biocombustible al 100%. Normas internacionales: ISO 8217:2017, EN 14214, ASTM D6751, EN 590

- Los combustibles **BTL** (*Biomass to liquid*) son combustibles sintéticos que se producen a partir de biomasa mediante conversión termoquímica utilizando el proceso Fischer-Tropsch o el proceso metanol-gasolina. El producto final puede ser un combustible químicamente diferente de los combustibles convencionales, como la gasolina o el gasóleo, pero también puede utilizarse en motores diésel. Normas internacionales: EN 16709, EN 15940
- **HVO/HDRD** (*Hydrogen vegetable oil / Hydrogenation derived renewable diesel*) es el producto de grasas o aceites vegetales —solos o mezclados con combustibles convencionales— refinados mediante un proceso conocido como hidrotrotamiento de ácidos grasos a hidrocarburos. El gasóleo producido mediante este proceso suele denominarse gasóleo renovable para diferenciarlo del biodiésel FAME. El HVO/

HDRD puede introducirse directamente en las instalaciones de distribución y repostaje, así como en los motores diésel existentes, sin necesidad de modificaciones adicionales. Normas internacionales: ASTM D 975

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

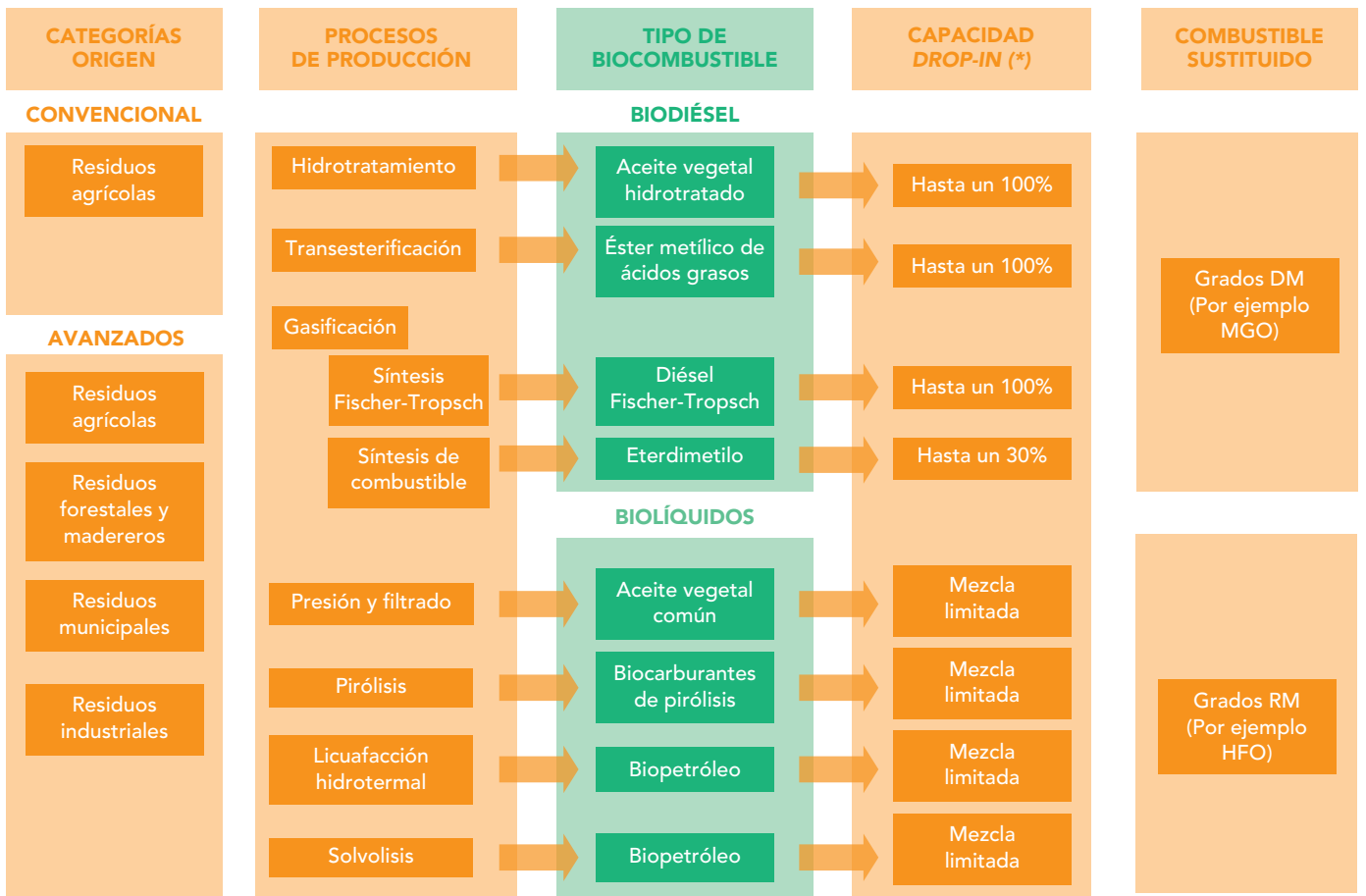
Principalmente debido a la baja disponibilidad de materia prima (ej. residuos municipales o aceite de cocina usado), se considera que existe una cantidad limitada de biocombustibles que pueden producirse.

Para estimarla DNV ha evaluado:

1. En primer lugar la disponibilidad de biomasa a partir de la producción agrícola o de residuos.
2. A continuación limitaciones derivadas de:
 - a) Restricciones técnicas (por ejemplo, las tasas reales de recogida de residuos urbanos);
 - b) Los criterios de sostenibilidad (por ejemplo, los límites a la producción mediante cultivos alimenticios incluidos en la Directiva RED)
 - c) Criterios económicos (por ejemplo, no se ha considerado la fracción del total que sería rentable exportar a otros mercados).

El informe presenta dos escenarios de producción de biocombustibles teniendo en cuenta el origen de la materia prima y variando los criterios de sostenibilidad y las consideraciones económicas. Se muestran en la **FIG.3**.

FIG.2 // ORÍGENES, SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTOS RESULTANTES PARA DISTINTOS BIOCOMBUSTIBLES



*Capacidad de uso inmediato del combustible

Actualmente los residuos agrícolas, los desechos industriales y los cultivos energéticos no alimentarios son las principales fuentes sostenibles de biomasa. A largo plazo, la mejora de la gestión de los residuos y la recogida de residuos orgánicos; un mayor desarrollo de las fuentes de biomasa (por ejemplo, la mejora de los rendimientos); el aumento de la disponibilidad de tierras; y la mejora de la gestión de los bosques y sus residuos tienen el potencial de aumentar significativamente la producción de biocombustibles.

Teniendo en cuenta estos factores, la cantidad de biocombustible que se podrá producir hacia 2030 se estima entre 400 y 600 Mtep anuales, considerando una eficiencia de conversión de la biomasa del 50%. Esta cifra podría aumentar a entre 500 y 1.300 Mtep anuales en 2050.

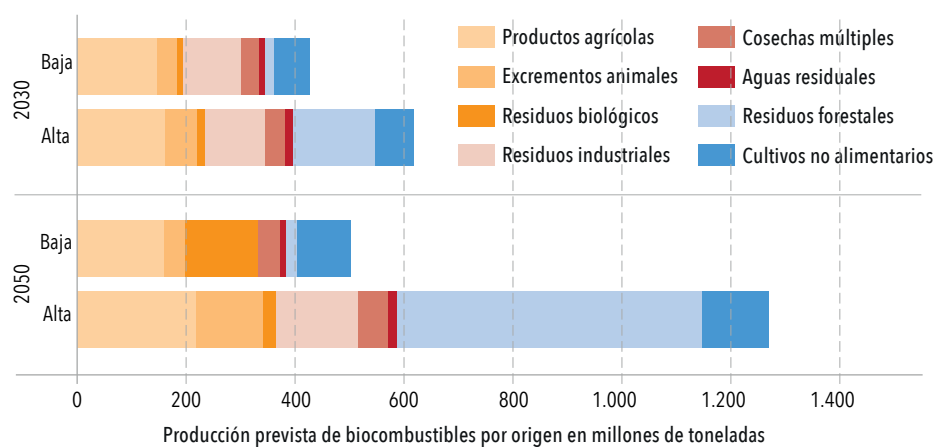
Estas estimaciones son inferiores a las de otros estudios. Una de las razones de ello es que se han tenido en cuenta las estrictas medidas de sostenibilidad de la Directiva RED de la UE. Esta directiva establece criterios para la producción sostenible de biomasa, incluyendo medidas para la protección de los bosques con grandes reservas de carbono y la prevención de otros impactos ambientales negativos.

PRODUCCIÓN ACTUAL Y A CORTO PLAZO

Se ha evaluado la capacidad actual y futura de producción mundial de biocombustibles, elaborando una base de datos con las plantas en funcionamiento

y los proyectos previstos de producción de biocombustibles en todo el mundo. En la actualidad, la base de datos de DNV cuenta con información recopilada de hasta 5.000 instalaciones.

FIG.3 // ESCENARIOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES POR ORIGEN PARA 2030 Y 2050



La FIG.4 muestra la capacidad de producción de biocombustibles actual y prevista, desglosada por tipo de materia prima principal. Vemos que, en la actualidad, la producción de biocombustibles está dominada por los productos agrícolas —cultivos alimentarios o forrajeros cultivados con este propósito—, con cierta producción de biocombustibles a partir de residuos.

Sin embargo, de cara a 2026, se prevé la puesta en marcha de un número significativo de proyectos de producción a partir de biomasa avanzada. En particular, los residuos de la silvicultura y la industria maderera se perfilan como una importante materia prima para la producción de biocombustibles avanzados.

Aunque la base de datos de DNV indica que la capacidad mundial de producción de biocombustibles avanzados podría crecer de 11 Mtep anuales en 2023 a 23 Mtep anuales en 2026, aún queda mucho por hacer para aumentar la producción y contribuir significativamente a la descarbonización del transporte marítimo.

COMPETENCIA POR LOS BIOCOMBUSTIBLES

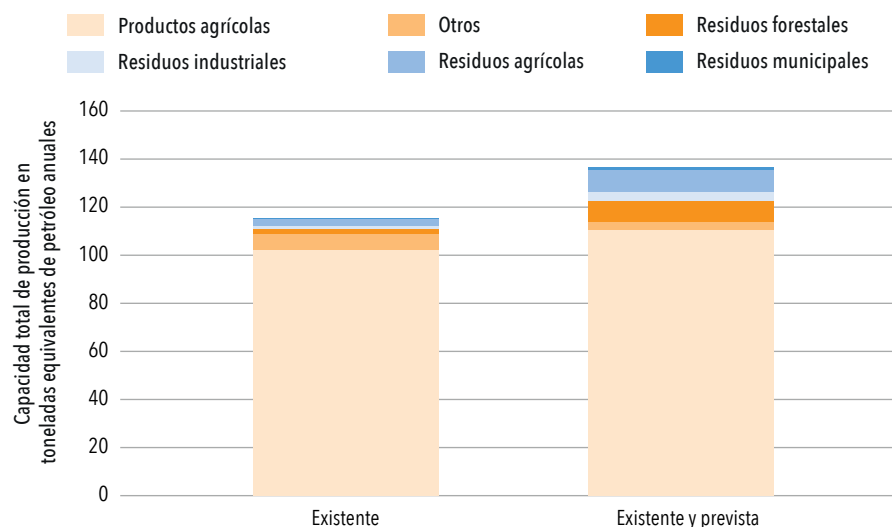
Como es sabido, los biocombustibles y la biomasa resultan atractivos para otros sectores, además del transporte marítimo, en su lucha por la descarbonización. En la FIG.5 se muestra en qué medida se utilizan actualmente los biocombustibles y la bioenergía en distintos sectores —sin tener en cuenta criterios de sostenibilidad—.

Anteriormente se ha indicado que la capacidad potencial mundial de producción de biocombustibles sostenibles y económicos en 2030 se estima entre 400 y 600 Mtep anuales, y entre 500 y 1.300 Mtep anuales en 2050.

La demanda energética total actual (incluido el sector no energético) equivale aproximadamente a 10.500 Mtep al año, de los cuales el transporte marítimo representa unos 280 Mtep al año (3%).

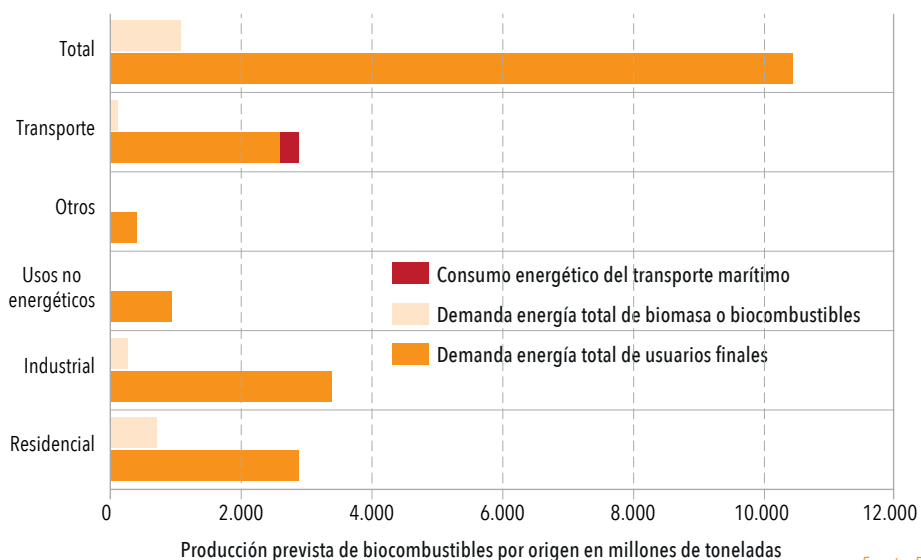
En el escenario incluido en la Previsión Marítima de DNV para 2050 (Maritime Forecast to 2050), se estima que para que el transporte marítimo se descarbonice (teniendo en cuenta un crecimiento moderado de la flota y medidas como la reducción de velocidad, medidas de eficiencia energética...), necesitaría unos 250 Mtep

FIG.4 // CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EXISTENTE Y PREVISTA*



*Se espera que los proyectos previstos de producción de biocarburantes entren en funcionamiento entre 2023-2026.

FIG.5 // DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA POR SECTOR (2022)



Fuente: DNV

anuales de biocombustibles sostenibles para 2050. Esto supondría entre el 20% y el 50% del suministro potencial total de biocombustibles para todos los sectores.

CONCLUSIONES

En definitiva, es probable que los biocombustibles puedan desempeñar un papel significativo en la descarbonización del transporte marítimo. Sin embargo, a corto plazo, existen limitaciones en la capacidad de producción de biocombustibles avanzados que pueden limitar el suministro y será necesaria una

ampliación a gran escala de la capacidad de producción.

A largo plazo, dependiendo de la medida en que otras industrias utilicen la bioenergía como vía para la descarbonización, podría haber limitaciones en la disponibilidad de biomasa sostenible para producir biocombustibles marinos.

En consecuencia, es poco probable que los biocombustibles sean la única solución para cumplir los objetivos de descarbonización del transporte marítimo.