

El bioetanol como combustible en el ámbito marítimo

Asociación Española del Bioetanol (Bio-E)

1. Introducción y contexto

El transporte marítimo se encuentra en un momento de transformación estructural impulsado por la necesidad de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Este proceso viene determinado tanto por los compromisos internacionales asumidos en el seno de la Organización Marítima Internacional (IMO), que apuntan hacia la neutralidad climática en torno a 2050, como por el desarrollo de marcos regulatorios regionales, especialmente en la Unión Europea.

En este contexto, el sector debe abordar la progresiva sustitución de los combustibles fósiles tradicionales por alternativas sostenibles. Sin embargo, la transición no se articula en torno a una única solución, sino a través de un conjunto diverso de vectores energéticos (metanol, amoníaco, hidrógeno, biocombustibles, electrificación), cada uno con distintos niveles de madurez tecnológica, disponibilidad y viabilidad económica.

Dentro de este escenario, el bioetanol está empezando a consolidarse como una opción relevante, objeto de análisis por parte de actores internacionales del ámbito marítimo, tanto desde el punto de vista técnico como regulatorio.

2. El papel del bioetanol en la transición energética marítima

La documentación analizada sitúa el bioetanol como un combustible con capacidad de contribuir a la descarbonización del transporte marítimo, no como solución única, sino como parte de un enfoque integrado.

Su valor estratégico reside principalmente en su potencial como solución de transición en el corto y medio plazo, en su carácter complementario respecto a otros combustibles alternativos, y en su capacidad para aportar flexibilidad al sistema energético marítimo.

Este enfoque resulta especialmente relevante en una fase en la que el sector necesita soluciones aplicables de forma progresiva, compatibles con infraestructuras y tecnologías existentes, y con capacidad de generar reducciones de emisiones sin requerir transformaciones disruptivas inmediatas.

3. Disponibilidad y madurez del suministro

Uno de los elementos que diferencia al bioetanol frente a otros combustibles alternativos es la existencia de una base productiva ya consolidada a escala global. El bioetanol es, desde hace décadas, un producto ampliamente comercializado y con cadenas logísticas desarrolladas.

En la actualidad, la producción mundial de bioetanol combustible se sitúa en el entorno de los **120.000 millones de litros anuales**, con una fuerte concentración en Estados Unidos y Brasil, que representan conjuntamente la mayor parte del suministro global, y con la participación relevante de la Unión Europea, India y China.

Este volumen de producción, unido a la existencia de redes de distribución y almacenamiento ya operativas, configura una base sólida desde la que explorar su incorporación al ámbito marítimo. A diferencia de otros vectores energéticos emergentes, el bioetanol no requiere la construcción de una cadena de suministro completamente nueva, lo que reduce significativamente las barreras de entrada y los plazos de implementación.

Adicionalmente, las previsiones apuntan a un crecimiento sostenido de la producción en los próximos años, impulsado tanto por políticas de descarbonización como por la expansión de nuevas aplicaciones energéticas e industriales.

4. Contribución a la reducción de emisiones

El bioetanol presenta un potencial relevante para la reducción de emisiones, especialmente cuando se produce a partir de materias primas sostenibles y mediante procesos eficientes desde el punto de vista energético.

Su utilización permite reducir de forma significativa las emisiones de contaminantes atmosféricos como los óxidos de azufre y las partículas, y ofrece también capacidad de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en análisis de ciclo de vida.

No obstante, el desempeño ambiental del bioetanol no es homogéneo y depende en gran medida de factores como el tipo de materia prima empleada, las prácticas agrícolas asociadas y las fuentes energéticas utilizadas en su producción. Asimismo, determinadas cuestiones, como el tratamiento del cambio indirecto del uso del suelo (ILUC) o la armonización de metodologías de cálculo de emisiones, siguen siendo objeto de desarrollo en los marcos regulatorios internacionales.

En este sentido, el bioetanol debe entenderse como una opción con base ambiental sólida, aunque su encaje definitivo dependerá de la evolución de los sistemas de certificación y de los criterios regulatorios aplicables.

Más allá de los aspectos estrictamente ambientales, el desarrollo del bioetanol presenta también implicaciones relevantes en términos de política agraria, uso del suelo y autonomía estratégica europea.

En las últimas décadas, el aumento de la productividad agrícola y la estabilización o moderación de la demanda alimentaria en determinadas regiones están generando una **disponibilidad creciente de superficie agrícola infrautilizada o en proceso de abandono**, especialmente en Europa. Este fenómeno plantea retos económicos, territoriales y medioambientales asociados a la pérdida de actividad agraria.

En este contexto, el desarrollo del bioetanol y, en particular, de modelos avanzados de biorrefino, ofrece una vía de valorización de estos recursos. Las nuevas generaciones de biorrefinerías están evolucionando hacia esquemas de producción integrados que permiten obtener simultáneamente combustibles renovables (bioetanol), proteínas vegetales para alimentación animal y otros coproductos de valor añadido.

Este enfoque permite compatibilizar la producción energética con la producción alimentaria, reforzando el papel del sector agrario dentro de la transición energética.

Desde una perspectiva estratégica, este modelo contribuye a reducir la dependencia energética exterior de la Unión Europea, reforzar la seguridad de suministro de proteínas para alimentación animal y dinamizar el medio rural mediante nuevas cadenas de valor.

En consecuencia, el bioetanol no debe analizarse únicamente como un combustible, sino como parte de un ecosistema industrial y agrario más amplio, con potencial para contribuir simultáneamente a objetivos energéticos, climáticos y de seguridad alimentaria.

5. Compatibilidad con tecnologías e infraestructuras existentes

Uno de los aspectos más relevantes del bioetanol en el ámbito marítimo es su elevada compatibilidad con desarrollos tecnológicos ya en marcha, especialmente en relación con el metanol.

Ambos combustibles comparten características físico-químicas similares como alcoholes de bajo punto de inflamación, lo que permite que gran parte de las soluciones diseñadas para metanol puedan adaptarse al uso de etanol con modificaciones limitadas.

Esta compatibilidad se manifiesta en distintos niveles. En el ámbito de los motores, las plataformas dual-fuel desarrolladas para metanol pueden evolucionar hacia el uso de etanol sin necesidad de rediseños completos. En el ámbito de las infraestructuras, el desarrollo de capacidades de almacenamiento y bunkering para metanol puede servir de base para la incorporación del etanol.

Además, la posibilidad de utilizar mezclas de metanol y etanol introduce una vía de implementación gradual, permitiendo aumentar progresivamente la participación del etanol en función de la disponibilidad y de la evolución del mercado.

6. Desarrollo tecnológico y validación industrial

El desarrollo del bioetanol como combustible marítimo no se limita al plano teórico, sino que cuenta ya con avances significativos por parte de los principales fabricantes de motores marinos.

Empresas como Everllence, WinGD o Wärtsilä han llevado a cabo ensayos y programas de desarrollo que confirman la viabilidad técnica del uso de etanol, tanto en motores de dos tiempos como de cuatro tiempos. En todos los casos, la estrategia seguida se basa en la adaptación de plataformas existentes, especialmente aquellas diseñadas para metanol.

A estos desarrollos se suman experiencias piloto en condiciones reales de operación. Entre ellas destaca el caso de Maersk, que ha realizado ensayos con mezclas de metanol y etanol en buques en servicio, obteniendo resultados positivos en términos de funcionamiento y estabilidad operativa.

Los estudios experimentales disponibles indican que el uso de etanol, tanto en mezcla como en forma pura, permite mantener un comportamiento de combustión estable, con reducciones adicionales de emisiones en determinadas condiciones.

Estos elementos apuntan a que el bioetanol se encuentra en una fase de validación tecnológica avanzada, con un grado de madurez suficiente para plantear aplicaciones progresivas en el ámbito marítimo.

7. Marco regulatorio y certificación

El marco regulatorio aplicable al bioetanol en el ámbito marítimo se encuentra en evolución, aunque ya existen elementos suficientes para permitir su desarrollo en proyectos piloto y aplicaciones iniciales.

A nivel internacional, la IMO ha desarrollado directrices interinas específicas para el uso de alcoholes (metanol y etanol) como combustible, que establecen requisitos de seguridad y permiten su integración bajo el International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels (IGF Code) mediante enfoques basados en análisis de riesgos.

En paralelo, las sociedades de clasificación han comenzado a incorporar reglas específicas para buques propulsados por metanol y etanol, lo que facilita la certificación técnica de estas soluciones.

En el ámbito europeo, el reglamento FuelEU Maritime introduce requisitos de intensidad de emisiones y establece mecanismos de certificación basados en esquemas reconocidos, como ISCC, que ya se aplican al bioetanol en otros sectores.

No obstante, persisten áreas en desarrollo, especialmente en lo relativo a la armonización de factores de emisión a nivel IMO, el reconocimiento global de esquemas de certificación y la definición de estándares técnicos específicos para etanol como combustible marítimo.

8. Retos y áreas de desarrollo

A pesar de los avances observados, la incorporación del bioetanol al ámbito marítimo plantea una serie de retos que deben abordarse para facilitar su despliegue a mayor escala.

Entre los principales aspectos a desarrollar se encuentran la consolidación del marco regulatorio internacional, el desarrollo de estándares específicos de calidad del combustible, la adaptación de infraestructuras de bunkering, la validación del comportamiento de motores a largo plazo y la mejora de la trazabilidad y certificación de la sostenibilidad.

Estos retos no cuestionan la viabilidad del bioetanol, pero sí condicionan el ritmo de su adopción y requieren coordinación entre industria, reguladores y operadores portuarios.

9. Conclusiones

El análisis de la documentación disponible permite concluir que el bioetanol constituye una opción viable dentro del conjunto de combustibles alternativos considerados para la descarbonización del transporte marítimo.

Su principal fortaleza radica en la combinación de tres factores: la existencia de una base de suministro global madura, su compatibilidad con tecnologías e infraestructuras en desarrollo y la validación técnica progresiva por parte de la industria.

En el corto plazo, el bioetanol ofrece una vía pragmática para reducir emisiones, especialmente mediante su uso en mezclas con otros combustibles como el metanol. A medio plazo, su papel dependerá de la evolución de los marcos regulatorios, de la certificación de su sostenibilidad y del desarrollo de infraestructuras específicas.

En todo caso, el bioetanol debe entenderse como parte de un enfoque diversificado, en el que diferentes soluciones energéticas coexistan para dar respuesta a las distintas necesidades del sector marítimo.

10. Consideración final para el ámbito portuario

Desde la perspectiva de las autoridades portuarias y de organismos como Puertos del Estado, el bioetanol representa una oportunidad para ampliar el abanico de combustibles disponibles y avanzar en la transición energética sin necesidad de asumir riesgos tecnológicos elevados.

Su compatibilidad con desarrollos existentes, especialmente en torno al metanol, permite plantear estrategias de incorporación progresiva que aprovechen infraestructuras en desarrollo y reduzcan la incertidumbre asociada a nuevas inversiones.

Asimismo, su vinculación con el sector agrario y con modelos avanzados de biorrefino refuerza su interés desde una perspectiva de política industrial y de autonomía estratégica, al contribuir tanto a la seguridad energética como al suministro de materias primas esenciales para la alimentación animal.

En este sentido, el bioetanol puede contribuir a posicionar a los puertos dentro de un modelo energético más flexible, resiliente y alineado con los objetivos de descarbonización del transporte marítimo.



José Ramón Freire López
Director General
Asociación Española del Bioetanol
Teléfono +34 649 983 260
✉ jrfreire@bio-e.es

www.bio-e.es