Una hoja de ruta de combustibles sintéticos para aviación y marítimo en España

Visión 2030-2050: demanda, recursos y barreras para producir en España



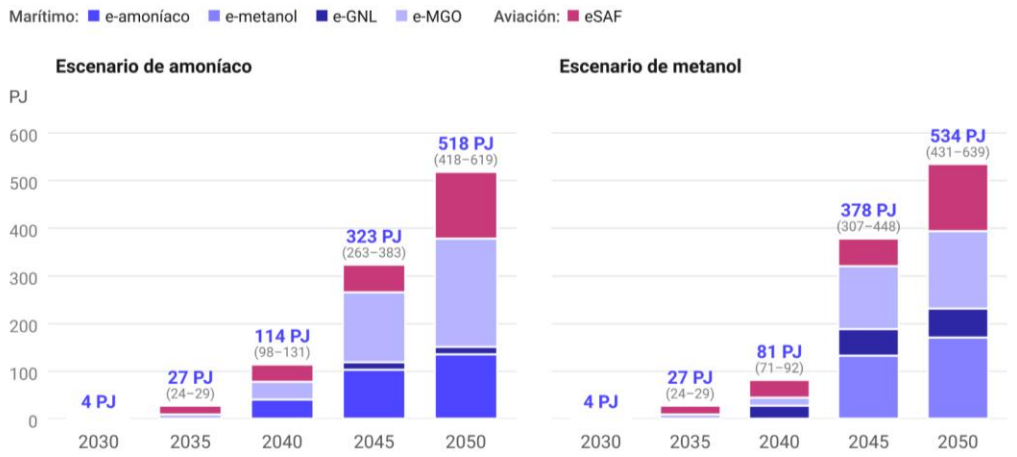
Briefing · 3 de noviembre de 2026

T&E con el apoyo del IIT Universidad Pontificia de Comillas y la colaboración de Ecodes y Cleantech for Iberia

T&E

La demanda de combustibles sintéticos es limitada hasta 2035, pero se dispara a partir de 2040

El transporte marítimo y la aviación necesitarán entre 518 y 534 PJ de combustibles sintéticos en 2050



518-534 PJ

de combustibles sintéticos en 2050, unos 144-148 TWh; en 2035, solo 27 PJ

294-301 TWh

de electricidad para unos 6 Mt de H_2 en 2050: más que toda la demanda eléctrica española de 2025

37-50 GW

de electrólisis con 6.000-8.000 horas de funcionamiento, frente a 12 GW del PNIEC para 2030

El salto se concentra en 2040-2045: la electricidad necesaria pasa de 64 a 181 TWh en cinco años.

Escenarios de amoniaco (central) y metanol; sobre cada barra, demanda total y, entre paréntesis, rango. Aviación: e-SAF en el escenario de referencia. Electrólisis a 50 kWh/kg H_2. Fuente: IIT Comillas, a partir de DNV, IMO (Fourth GHG Study 2020), EUROCONTROL y ReFuelEU Aviation.

Tabla de contenidos

Justificación

Proyectos

Demanda regulada

Recursos necesarios previstos

Escenarios

Barreras a la inversión

Mecanismos de ayuda

Visión 2050

JUSTIFICACIÓN

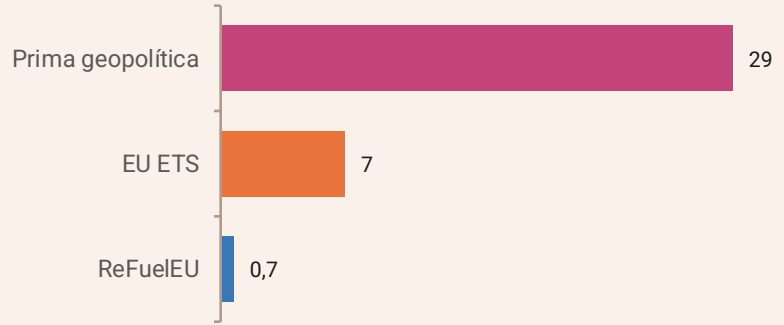
La crisis de Ormuz ha mostrado lo que cuesta depender de combustibles fósiles importados

+116 %
subida del queroseno entre febrero y el 1 de octubre de 2026 (de 657 a 1.419 €/t)

+98 %
subida del gasóleo marino entre finales de febrero y principios de octubre (de 613 a 1.215 €/t)

4.600 M€
de sobrecoste para las navieras en solo 20 días, del 1 al 20 de marzo de 2026

Coste adicional por pasajero en un vuelo intraeuropeo, marzo de 2026 (€)



- Más del 95 % del combustible de aviación de la UE depende de importaciones de crudo o queroseno. España importó en 2025 el 30 % del queroseno que consumió, casi la mitad de Oriente Próximo.
- El 99 % del combustible que usan los barcos es fósil.
- En los vuelos de largo radio, la prima geopolítica supuso 88 € por pasajero, frente a unos 3 € de ReFuelEU.
- La subida acercó el gasóleo marino al coste estimado de producir e-amoniaco (2.000 €/tep) y e-metanol (2.600 €/tep).

Precios: queroseno en el noroeste de Europa y gasóleo marino (MGO) en Róterdam; coste por pasajero modelizado a partir de OAG y Eurocontrol. Fuente: T&E (2026).

JUSTIFICACIÓN

Ni las baterías, ni los biocombustibles ni el GNL bastan para descarbonizar estos sectores

Baterías

solo para trayectos cortos

- Con 500 Wh/kg, un avión regional de 90 plazas quedaría limitado a unos 280 km.
- En el mar sí hay margen: hasta el 59 % de los 91 ferris que operan en aguas españolas podría ser eléctrico en 2035 (78 % con híbridos).
- Para la navegación oceánica, la densidad energética de las baterías no basta.

Biocombustibles

escasos e importados

- España recoge unas 140.000 t/año de aceite de cocina usado, lejos de las 258.000 t que habría exigido cubrir con él la cuota de SAF de 2025.
- El 84 % del aceite usado para SAF en España en 2025 llegó de Asia; el riesgo de fraude se concentra en materias residuales importadas.
- La misma biomasa es la fuente del CO_2 biogénico que necesitan los combustibles sintéticos.

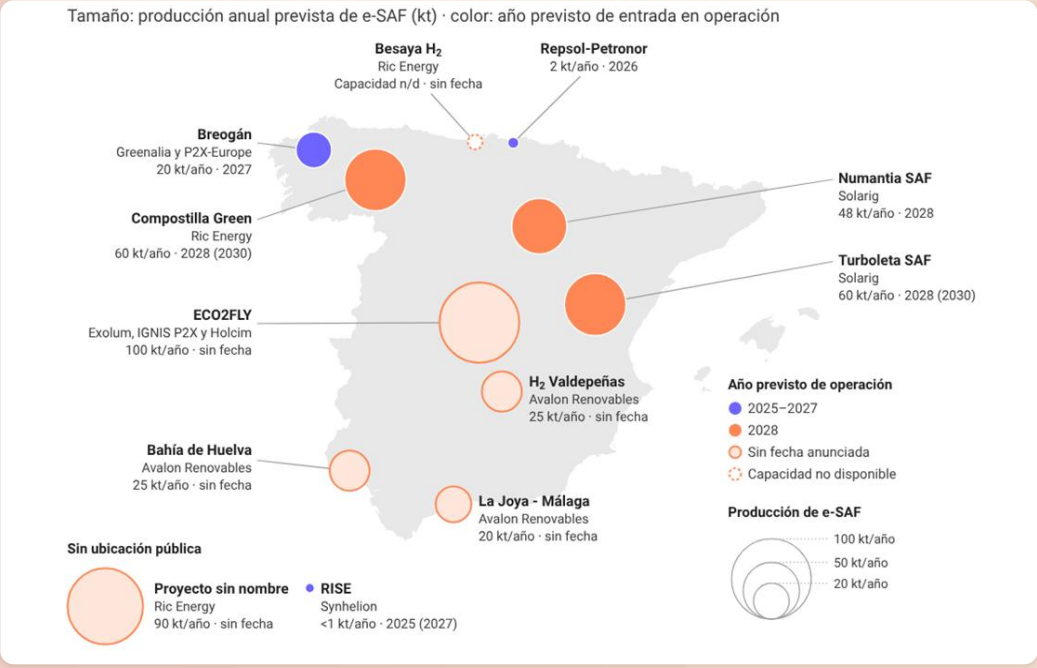
GNL

una falsa alternativa

- El metano sin quemar medido en motores de cuatro tiempos y baja presión fue del 6,4 %, frente al 3,1 % que asume FuelEU Maritime.
- Como mucho reduce un 15 % las emisiones del ciclo de vida frente al gasóleo marino.
- El suministro de GNL a buques en España superó los 8 TWh en 2025; la hoja de ruta desaconseja apoyar nuevos motores, terminales o contratos.

Fuente: T&E, IIT Comillas, ICCT (2020 y 2022), FUMES (2024), MITECO (SICBIOS).

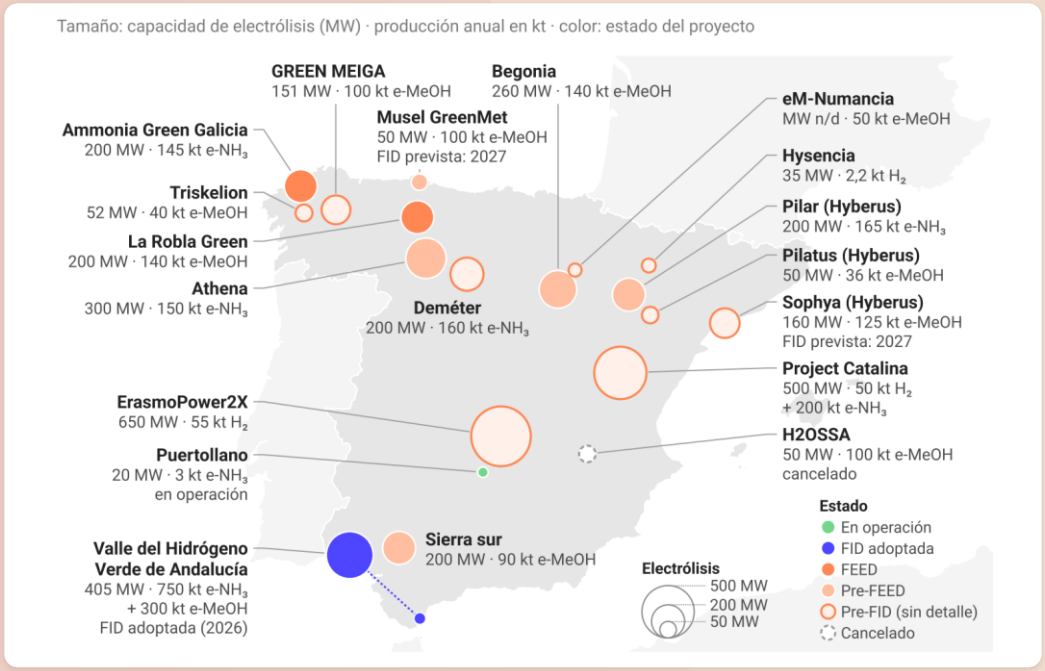
España suma unas 450.000 t/año de e-SAF anunciadas, pero ningún proyecto industrial ha decidido invertir



- Ninguno había tomado la decisión final de inversión en octubre de 2026. Solo la planta de demostración de Petronor (10 MW, unas 2.000 t/año) está en construcción.
- La cartera se ha más que duplicado en un año: 196.000 t/año en 2025 según T&E y unas 450.000 t/año en 2026 según Ecodes.
- Es más de cuatro veces lo que exige ReFuelEU en España en 2030-2031 (unas 100.000 t/año).
- La logística está resuelta: el e-SAF puede usar la red de Exolum (unos 4.000 km de oleoductos, 39 almacenamientos y 35 aeropuertos), con acceso de terceros y balance de masas.

Ubicación aproximada según los anuncios de las empresas; entre paréntesis, año de construcción indicado por Ecodes. Fuente: T&E (2025) y Ecodes (2026), «El futuro verde de la aviación en España».

España tiene la mayor cartera de la UE de e-amoniaco y e-metanol para el mar, con un solo gran proyecto en marcha



- 1,6 Mtep de combustibles sintéticos que podrían abastecer a barcos: el mayor potencial de la UE, por delante de Finlandia, Dinamarca y Francia.
- 13 de los 19 proyectos citan expresamente al transporte marítimo como comprador (1,3 Mtep).
- Solo el Valle Andaluz del Hidrógeno Verde (Moeve) ha tomado la FID: 300 MW ampliables a 405 MW, conun potencial total de 750.000 t/año de e-amoniaco y 300.000 t/año de e-metanol desde 2027-2028.
- En ingeniería de detalle: La Robla Green (Reolum) y Ammonia Green Galicia (IGNIS). El resto sigue en fases previas y sin compradores navieros con contratos largos.

Tamaño del círculo: capacidad de electrólisis; color: estado del proyecto. Fuente: T&E, Shipping E-fuels Observatory (datos de junio de 2026).

ReFuelEU Aviation exige 1,2 TWh de e-SAF en España en 2030 y entre 35 y 43 TWh en 2050

España necesitará entre 126 y 156 PJ de e-SAF en 2050

Demanda mínima de queroseno sintético para cumplir ReFuelEU Aviation, según el escenario de crecimiento del tráfico



Escenario de referencia, e-SAF (TWh): 1,2 · 5,0 · 10,4 · 16,1 · 38,9 (2030-2050)

Cuota mínima de combustible sintético

1,2 % 2030-2031	**2 %** 2032-2034	**5 %** desde 2035
10 % desde 2040	**15 %** desde 2045	**35 %** 2050

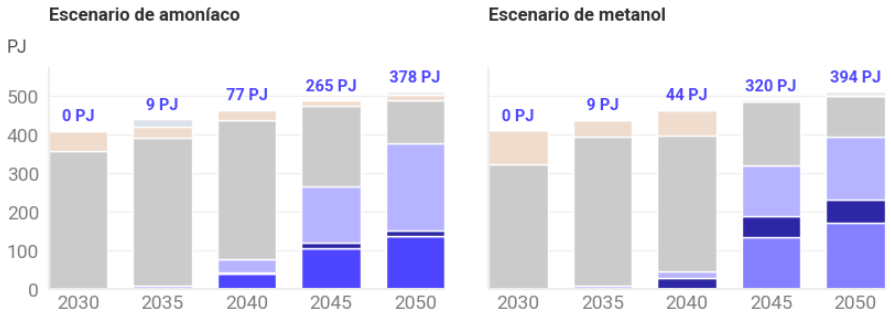
- Los suministradores de los aeropuertos deben incorporar un 6 % de SAF en 2030 y un 70 % en 2050; una parte creciente, sintética.
- Hasta 2034 la cuota puede cumplirse como media de varios años y de todos los aeropuertos de la UE, con un mínimo anual del 0,7 % en 2030-2031.
- En España: unas 100.000 t de e-SAF en 2030 y unos 3,2 Mt en 2050. Con tráfico bajo o alto, el e-SAF de 2050 sería de 35 o 43 TWh.

Escenarios de tráfico bajo (contracción), medio (referencia) y alto (hiperglobalización): 126, 140 y 156 PJ equivalen a 35, 38,9 y 43 TWh. Fuente: IIT Comillas, a partir de CORES, AENA, EUROCONTROL y el Reglamento (UE) 2023/2405.

FuelEU Maritime no impone un combustible, pero su senda llevaría a 105-110 TWh de sintéticos en 2050

El transporte marítimo necesitará entre 378 y 394 PJ de combustibles sintéticos en 2050

Demanda de combustibles marítimos para cumplir FuelEU Maritime. La cifra sobre cada barra es la demanda de combustibles sintétitcos



Combustibles sintéticos marítimos en 2050 según el mix

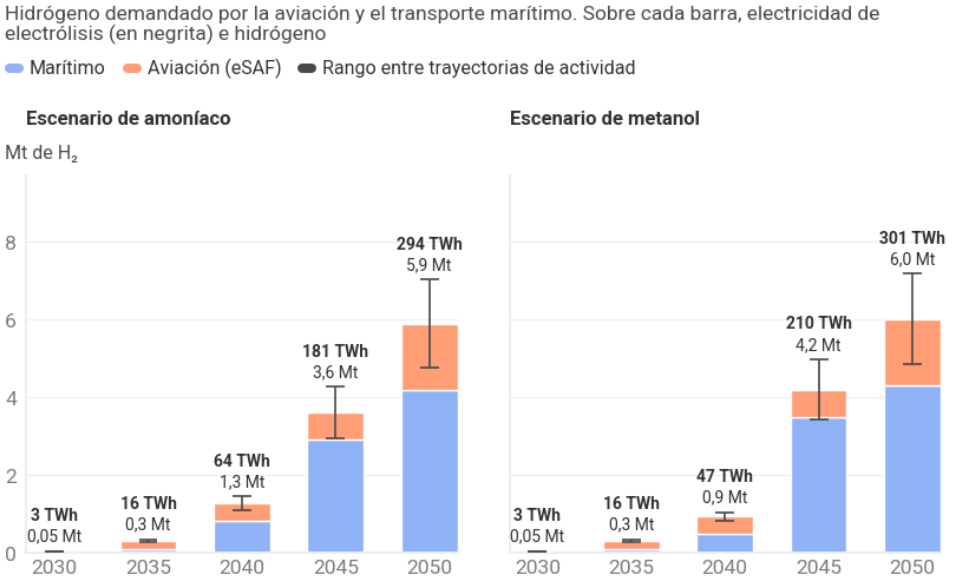
Escenario	TWh	Composición
Amoniaco (central)	105	63 e-gasóleo, 38 e-amoniaco, 4 e-GNL
Metanol	110	e-metanol y e-gasóleo con peso similar
Marco de Acción Nacional	59	50 e-amoniaco, 9 e-metanol

- Se aplica a los buques de más de 5.000 GT, de cualquier bandera: a toda la energía de los viajes dentro de la UE y a la mitad en los que entran o salen de ella. La obligada es la naviera.
- Reduce la intensidad de emisiones un 6 % en 2030, un 31 % en 2040 y un 80 % en 2050. Si el uso de RFNBOs no llegan al 1 % en 2031, se podría activar un subobjetivo del 2 % desde 2034.
- Es una cota superior: aplica el mix a todo el combustible suministrado en España y supone que FuelEU reconocerá la captura de CO_2 a bordo.

Trayectoria central de demanda (OMI por tipo de buque, SSP2); 378 y 394 PJ equivalen a 105 y 110 TWh. Fuente: IIT Comillas, a partir de DNV e IMO (Fourth GHG Study 2020).

En 2050, estos combustibles exigirían 5,9 Mt de hidrógeno y 294 TWh de electricidad

Los combustibles sintéticos necesitarán unos 294-301 TWh de electricidad en 2050



5,9 Mt de H_2

al año en 2050 (6,0 con metanol; 3,7 en el Marco de Acción Nacional)

+15 %

294 TWh superan en un 15 % toda la demanda eléctrica española de 2025

37-75 GW

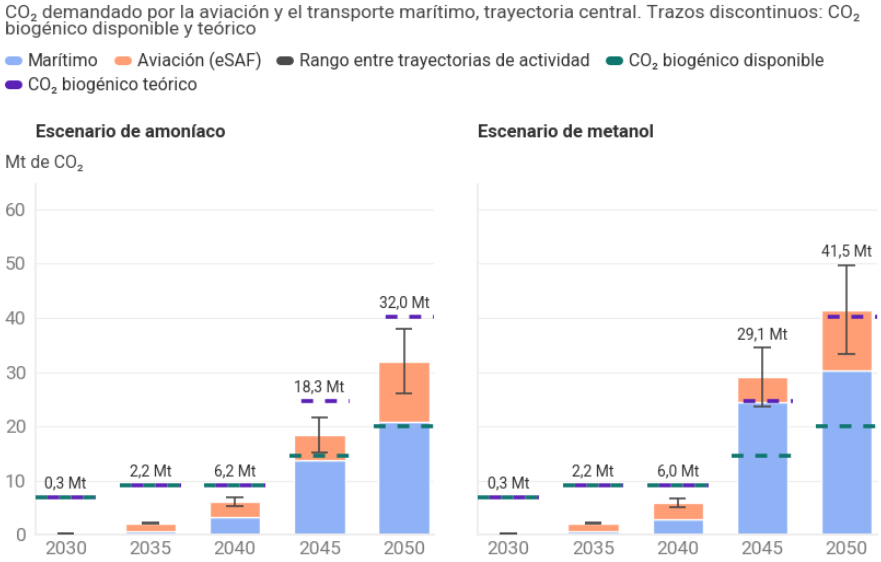
de electrólisis según sus horas de funcionamiento, frente a 12 GW del PNIEC para 2030

El salto es abrupto: de 16 TWh en 2035 a 181 TWh en 2045. La aviación concentra dos tercios del hidrógeno en 2035; el transporte marítimo, el 71 % en 2050.

Electrólisis a 50 kWh/kg H_2, sin síntesis, captura ni licuefacción: es un mínimo. Electrólisis: 59-74 GW a 4.000-5.000 h y 37-50 GW a 6.000-8.000 h (amoniaco). Fuente: IIT Comillas, a partir de DNV, IMO, EUROCONTROL y ReFuelEU Aviation.

El CO_2 biogénico disponible solo cubriría el 63 % de lo que necesitan estos combustibles en 2050

Los combustibles sintéticos requerirán entre 32,0 y 41,5 Mt de CO_2 al año en 2050



Cobertura con CO_2 biogénico en 2050

Potencial de biomasa	Amoniaco	Metanol	MAN
Disponible (20,1 Mt)	63 %	48 %	> 100 %
Teórico (40,2 Mt)	126 %	97 %	> 100 %

- Hasta 2035 no es una restricción: 9,1 Mt capturables frente a 2,2 Mt requeridos, si se cumplen los 20 TWh de biogás del PNIEC.
- El e-gasóleo marino requiere 20,1 Mt en 2050, más que toda la aviación (11,1 Mt); el e-amoniaco no lleva carbono.
- El CO_2 fósil industrial deja de ser elegible a partir de 2041; la captura directa del aire sigue sin ser competitiva a día de hoy (6-10 GJ por tonelada).

Figura: trazos discontinuos, CO_2 biogénico disponible (20,1 Mt) y teórico (40,2 Mt), sin cultivos intermedios. Tabla: cobertura sobre el requerimiento total de 2050. Fuente: IIT Comillas, a partir de DNV, IMO, EUROCONTROL y ReFuelEU Aviation.

ESCENARIOS

Ninguna trayectoria elude a la vez la restricción eléctrica y la de carbono

2050	Amoniaco (central)	Metanol	Marco de Acción Nacional y escenario central de eSAF
Combustibles sintéticos marítimos (TWh)	105	110	59
Hidrógeno (Mt)	5,9	6,0	3,7
Electricidad de electrólisis (TWh)	294	301	186
Electrólisis a 4.000-5.000 h (GW)	59-74	60-75	37-46
CO_2 requerido (Mt)	32,0	41,5	13,5
Cobertura con CO_2 biogénico disponible	87 %	67 %	> 100 %

Amoniaco

- Exige 294 TWh de electricidad. El e-amoniaco no lleva carbono, pero el e-gasóleo sí: 32,0 Mt de CO_2.

Metanol

- Electricidad similar (301 TWh) y el mayor requerimiento de carbono: 41,5 Mt, un 30 % más que con amoniaco.

Marco de Acción Nacional

- Rebaja la red y el CO_2, pero exige 57 TWh de biocombustibles marítimos, que compiten con el bio-SAF, y mantiene un 17 % de fósiles.

La elección entre trayectorias no es técnica, sino de política energética: consiste en decidir sobre qué recurso escaso se concentra la presión.

Aviación y marítimo, 2050; la aviación es común a los tres escenarios. Fuente: elaboración IIT Comillas a partir de DNV y del borrador del Marco de Acción Nacional.

La electricidad pesa hasta el 80 % del coste del hidrógeno, y parte de lo que pagan las plantas no se puede prever

El coste de restricciones técnicas promedió más de 14 €/MWh en 2025 y rozó los 50 €/MWh



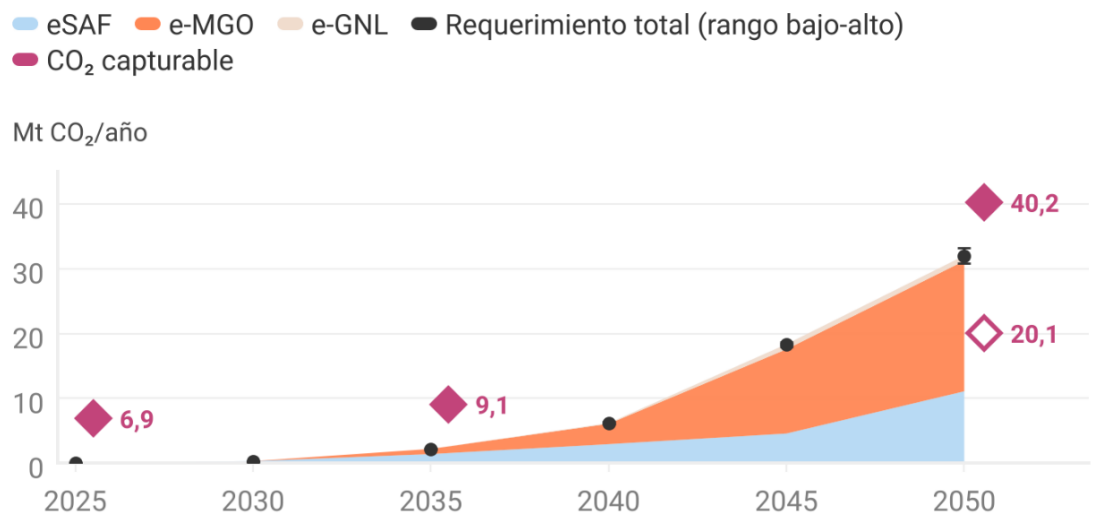
- **Cargos.** Unos 7.400 M€ en 2025 (57 % renovables, 32 % déficit de tarifa, 11 % sistemas no peninsulares). La exención para el hidrógeno renovable se aprueba cada año desde 2024; el sector pide asegurarla a 5 años vista.
- **Peajes.** Unos 7.000 M€; la CNMC prevé hasta 2-3 €/MWh más en transporte hasta 2031. Austria exime de peajes 15 años a las plantas Power-to-X.
- **Restricciones técnicas.** Más de 14 €/MWh de media en 2025 y hasta 50 €/MWh en algunas horas, frente a 65 €/MWh de la energía. Se liquidan a posteriori y desplazar el consumo no las evita.
- **Impuestos.** El especial sobre la electricidad (5,1 %) se reduce un 85 % para la electrólisis; el IVPEE baja del 7 % al 3,5 % en 2027 y al 0 % en 2028.
- **Impacto.** Cada 10 €/MWh más encarecen el hidrógeno unos 0,5 €/kg.

EL LCOH determina el LCOX entre un 70-80%.

Mercado diario más tiempo real; horas sin dato de tiempo real tomadas como coste nulo; sin datos el 28 y 29 de abril (apagón). Fuente: IIT Comillas, con datos de REE (e-sios).

El carbono biogénico disponible pone techo a los combustibles sintéticos: en 2050 faltarían unos 12 Mt de CO_2 adicional

En el escenario de amoniaco, el CO_2 biogénico capturable cubriría el requerimiento de 2050 con el potencial teórico y menos de dos tercios con el disponible



63 %

del CO_2 necesario en 2050 (32,0 Mt) cubriría el biogénico disponible (20,1 Mt)

~12 Mt

de déficit en 2050: cubrirlo con captura directa del aire exigiría 20-33 TWh más

1/3

del requerimiento cubren las corrientes concentradas, las más baratas de capturar

Desde 2041 el CO_2 fósil industrial deja de contar: el hueco solo se puede cubrir con captura directa del aire o importaciones.

Escenario de amoniaco, trayectoria central. CO_2 capturable sin cultivos intermedios; en 2050, marcador relleno: potencial teórico (40,2 Mt); hueco: disponible (20,1 Mt). Captura directa del aire a 6-10 GJ por tonelada. Fuente: IIT Comillas.

Sin contratos de compra a largo plazo, ningún proyecto llega a la decisión de inversión

≥ 10 años

de contrato de compra: lo mínimo para financiar una planta

2.000-2.500 €/kW

de inversión (CAPEX) por kW de electrolizador que el sector ve realista en 2026; la innovación solo lo bajaría un 15 % en el futuro

~12 %

de rentabilidad que exigen hoy los inversores al capital propio (coste del equity): una tasa de descuento alta encarece el hidrógeno

Qué determina el coste y el riesgo

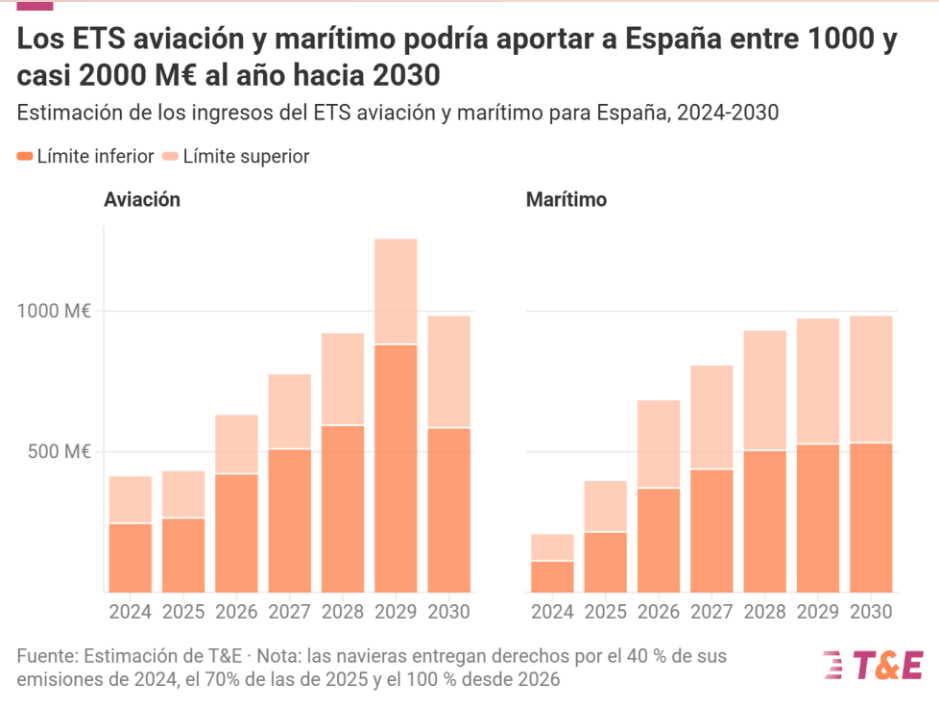
- **La desventaja de ser el primero.** Quien compra antes paga más que quien espera a que bajen los costes, y los compradores están acostumbrados a contratos cortos.
- **El coste es sobre todo eléctrico.** El hidrógeno supone el 70-77 % del coste final del combustible sintético, y la electricidad, el 60-80 % del coste del hidrógeno.
- **Horas de funcionamiento de la electrólisis.** Dado el elevado coste de inversión de los electrolizadores, aumentar sus horas de funcionamiento permite repartirlo entre una mayor producción y reducir el LCOH. Aproximarse a las 8.760 h exige recurrir a electricidad de la red, lo que aumenta el peso de peajes, restricciones técnicas y el consumo en periodos tarifarios de mayor coste.
- **Ingresos secundarios.** El oxígeno y el calor residual mejoran la rentabilidad solo marginalmente; los clústeres industriales sí ayudan al compartirse infraestructuras.

Lo visión de los promotores de proyectos

- Ayudas a la fase de desarrollo (DEVEX), que concentra mucho riesgo y hoy no se cubre.
- Cubrir riesgos más que costes: contratos por diferencia y garantías públicas.
- Demanda firme a largo plazo: sin ella no hay FID, sea cual sea la ayuda.
- Saber qué CO_2 podrán usar: el biogénico escasea y el fósil industrial deja de contar en 2041.

Fuente: talleres con el sector (2025), JRC (2025); elaboración T&E e IIT Comillas.

Las ayudas subvencionan la producción, pero no resuelven el riesgo del comprador



Se prevé una recaudación conjunta del EU ETS en aviación y marítimo de entre 1000 y 2000 M € por año (2026-2030). Una parte de los ingresos del EU ETS podría financiar una doble subasta como H2Global, en la que el Estado solo cubre la diferencia de precio.

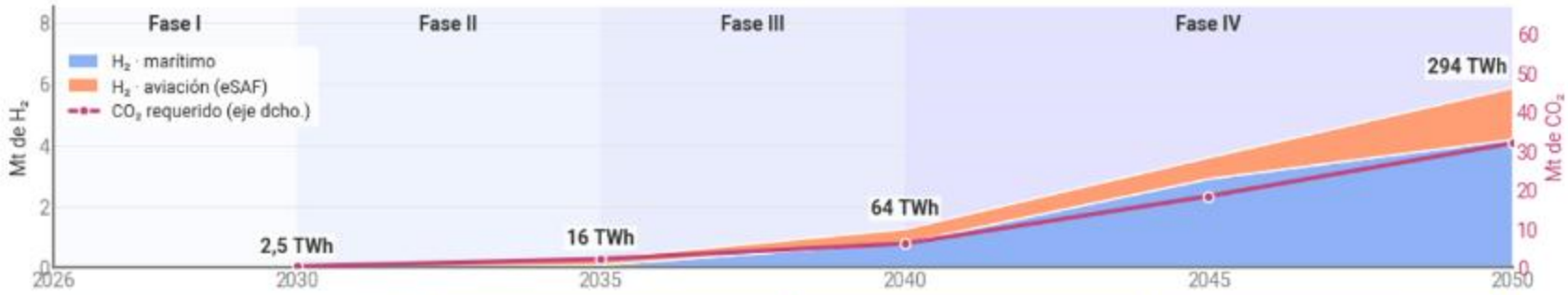
- En 2024, España no destinó nada del EU ETS a los sectores marítimo ni aéreo: el 81 % fue a costes del sistema eléctrico y el 18 % a la industria electrointensiva.
- La revisión del EU ETS reserva derechos para combustibles sostenibles hasta 2040, pero se asignan a año vencido y con cupo limitado.
- En el Banco Europeo del Hidrógeno, en la partida de transporte solo se adjudicó el 18 % (2.ª subasta) y el 40 % (3.ª) del presupuesto, y ningún proyecto de e-SAF. La subasta nacional de 136 M€ para el marítimo quedó desierta.
- H2Global, que compra a largo plazo y revende a corto, cerró un contrato de amoniaco a 1.000 €/t que llevó al proyecto a la FID; el lote de e-SAF no recibió ofertas.

VISIÓN 2050

Hasta 2035 lo crítico es la bancabilidad; después, la red eléctrica y el carbono son los principales cuellos de botella

Hidrógeno, electricidad y CO_2

1 Mt de H_2 ≈ 50 TWh. Cifras: electricidad para electrólisis



	Fase I · Planificación de ruta 2026-2030 · Preparar las decisiones de inversión	**Fase II · Carrera de despegue** 2030-2035 · La aviación lidera el despegue	**Fase III · Soltar amarras** 2035-2040 · Entra el marítimo	**Fase IV · Velocidad de crucero** 2040-2050 · Escala plena y límite del recurso
Cuellos de botella dominantes	• Sin contratos de compra a largo plazo • Coste eléctrico imprevisible • eSAF inmaduro, CO_2 biogénico sin captura	• Demanda colgada de un único mandato • CO_2 ligado al objetivo de biogás • Puertos sin amoníaco ni metanol	• Salto de un orden de magnitud • Red eléctrica para 8-11 GW • CO_2 disperso; sustituir el CO_2 industrial (2036-41)	• Electricidad ×3 entre 2040 y 2045 • ~5 GW de electrólisis al año • CO_2 biogénico cubre el 63 %; pugna por la biomasa
Instrumentos: electricidad e hidrógeno	• Exención plurianual de cargos (5-10 años) • Costes de restricciones ex-ante • Impuesto eléctrico consolidado	• Fiscalidad energética verde antes de 2035	• Planificación eléctrica anticipada (red y BYOP) • Retirada progresiva de exenciones	• Revisión de cargos y peajes
Instrumentos: CO_2 y cadena de valor	• Reinvertir los ingresos del EU ETS • CfD para eSAF (>10 años) • Señal temprana sobre el origen del carbono	• Biometano y CO_2 biogénico juntos; certificar origen • Planificar la red de ductos de CO_2 • Puertos (amoníaco, metanol) y CfD marítimos	• Ductos de CO_2 en servicio en 2040 • Hoja de ruta integral de la biomasa • Demostración de captura directa de aire	• Decisión sobre captura directa de aire • Mix marítimo hacia vectores sin carbono • Evaluar el uso de ingresos del EU ETS

Escenario central: aviación de referencia y marítimo con mix de amoníaco (IMO por tipo de buque, SSP2). Electrólisis a 50 kWh/kg H_2. Fuente: IIT Comillas a partir de DNV, IMO, EUROCONTROL y ReFuelEU Aviation

T&E

RECOMENDACIONES

Una estrategia nacional que dé certidumbre a la producción, las infraestructuras y la demanda

Una estrategia nacional específica de combustibles sintéticos para la aviación y el transporte marítimo, con horizonte 2050 y un consenso que vaya más allá de una legislatura.

Producción

- **Certidumbre por ley:** exención de cargos durante 5 años (máximo hasta 2035 para evitar subsidios cruzados) y cargo por restricciones técnicas fijado por adelantado.
- **Fiscalidad alineada:** mantener la eliminación del IVPEE, estabilizar la rebaja del impuesto eléctrico y gravar los combustibles según su compatibilidad con la descarbonización.
- **Carbono:** ejecutar el biogás del PNIEC, certificar el origen del carbono, repartir la biomasa con un criterio explícito y decidir sobre la captura directa del aire.

Infraestructuras

- **Red eléctrica** planificada antes de que lleguen los clústeres de producción; mientras tanto, plantas junto a la fuente de CO_2.
- **Transporte de CO_2** por ducto donde los volúmenes lo justifiquen, e integración en clústeres industriales.
- **Puertos (marítimo):** procedimientos, evaluaciones de riesgo, zonas de seguridad y financiación para suministrar amoniaco y metanol.

Demanda

- **Riesgo, no coste:** contratos por diferencia o garantías públicas en lugar de subvenciones, ligados a contratos de compra de 10 años o más, empezando por el e-SAF.
- **EU ETS de vuelta al sector:** reinversión estructural de alrededor del 25% de la recaudación para ayudar a cubrir el diferencial de costes.
- **Mix marítimo:** vigilarlo, porque más e-amoniaco reduce la necesidad de carbono.

Fuente: T&E e IIT Comillas.

Una hoja de ruta de combustibles sintéticos para aviación y marítimo en España

Briefing · 3 noviembre de 2026

Autor: Bosco Serrano (T&E), con la colaboración de ECODES y Cleantech for Iberia.

Contribución y apoyo técnico: Rafael Cossent, Lucila Ayelén Angulo, Santiago Serna y Manuel Pérez (IIT Comillas).

Agradecimientos: a las organizaciones que participaron en los tres talleres celebrados en 2025 (12 noviembre, 26 noviembre, 15 diciembre).

Cita recomendada: T&E (2026). Una hoja de ruta de combustibles sintéticos para aviación y marítimo en España. Visión 2030-2050.

Contacto: Bosco Serrano · bosco.serranovalverde@transportenvironment.org· transportenvironment.org

Editor responsable: William Todts, Executive Director © 2026 European Federation for Transport and Environment AISBL

Cómo se ha estimado la demanda de combustibles sintéticos

Aviación

- Año base 2025: 92,9 TWh de queroseno suministrado en aeropuertos españoles (CORES), el ámbito al que se aplica ReFuelEU.
- Reparto por destino a partir de los vuelos de salida de AENA, con el consumo por trayecto estimado con el modelo FEAT (85 % del consumo cubierto).
- Crecimiento por región de destino según EUROCONTROL, del 0,6 % anual en vuelos domésticos al 2,9 % hacia Oriente Medio.
- Eficiencia del −1 % anual y aumento del tamaño medio de las aeronaves del 0,3 % anual.
- Escenarios bajo, medio y alto (tasas un 30 % menores, centrales y un 30 % mayores): 100, 111 y 124 TWh en 2050. Sobre ellos se aplican las cuotas de ReFuelEU.

Marítimo

- Año base 2018: unos 334 PJ suministrados en España (MITECO-SEI y Observatorio de los Servicios Portuarios), por puerto y tipo de buque.
- Cuatro proyecciones: PRIMES, OMI global, OMI por tipo de buque y OxMarTrans, corregidas por eficiencia (CE Delft). PRIMES (unos 395 PJ en 2050) es la cota inferior.
- Trayectoria central: OMI por tipo de buque, escenario SSP2, con 142 TWh en 2050.
- Mixes de amoniaco y metanol adaptados de DNV y ajustados al límite de FuelEU con factores de emisión conservadores (captura a bordo del 40 %).
- Escenario alternativo a partir de las tablas 29 y 30 del borrador del Marco de Acción Nacional.

Detalle en la sección 3 de informe y anexo. Fuente: T&E e IIT Comillas.

Cómo se han estimado el hidrógeno, la electricidad y el CO_2

Hidrógeno y electricidad

- La demanda de cada combustible se traduce en hidrógeno con los rendimientos de cada ruta: Haber-Bosch (e-amoniaco), síntesis de metanol, metanación (e-GNL) y Fischer-Tropsch (e-gasóleo y e-SAF).
- Electricidad: 50 kWh por kg de hidrógeno, solo para la electrólisis. No incluye síntesis, compresión ni captura de CO_2, por lo que es un mínimo.
- Potencia de electrólisis según las horas de funcionamiento, de 4.000 a 8.000 horas al año.
- Costes eléctricos regulados a partir de datos de la CNMC y de e-sios (REE) de 2025; costes de producción y bancabilidad, a partir de talleres con el sector en 2025.

CO_2 biogénico

- Estimación propia desde fuentes españolas: balances de biomasa por sector industrial, plantas de biometano (GASNAM), bioetanol (SICBIOS) y vino y cerveza (Eurostat).
- 2035: fuentes existentes más el objetivo de 20 TWh de biogás del PNIEC, enriquecido a biometano.
- 2050: potencial de biomasa residual del estudio paralelo de IIT Comillas, en dos niveles: teórico (toda la biomasa) y disponible (descontando accesibilidad y usos actuales).
- Captura del 99 % en fermentación, del 95 % en el enriquecimiento del biogás y del 90 % en combustión. Sin restricciones de coste ni competencia con el bio-SAF.

Detalle en las secciones 6 y 8 del informe y anexos. Fuente: T&E e IIT Comillas.