



Bruselas, 28 de febrero de 2025
(OR. en)

6649/25

**Expediente interinstitucional:
2021/0205(COD)**

**AVIATION 25
TRANS 43
ENV 111
ENER 42
IND 51
COMPET 104
ECO 8
RECH 73
CODEC 189**

NOTA DE TRANSMISIÓN

De: Por la secretaria general de la Comisión Europea, D.^a Martine DEPREZ, directora

Fecha de recepción: 27 de febrero de 2025

A: D.^a Thérèse BLANCHET, secretaria general del Consejo de la Unión Europea

N.º doc. Ción.: COM(2025) 59 final

Asunto: INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO
Mecanismo de flexibilidad de los CAS en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation

Adjunto se remite a las delegaciones el documento COM(2025) 59 final.

Adj.: COM(2025) 59 final



Bruselas, 27.2.2025
COM(2025) 59 final

INFORME DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL CONSEJO

Mecanismo de flexibilidad de los CAS en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation

Índice

1	Introducción	2
2	Visión general del mercado de los combustibles de aviación de la Unión	5
2.1	Combustibles de aviación convencionales en la Unión	6
2.2	Combustibles de aviación sostenibles en la UE	7
3	Mecanismo de flexibilidad de los CAS en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation	14
4	Objetivos y posiciones del sector sobre posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS	17
4.1	Objetivos	18
4.2	Posiciones del sector	18
5	Posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS	29
5.1	Posibles mejoras mediante cambios en la base de datos de biocombustibles de la Unión (UDB)	29
5.2	Posibles mejoras mediante la implantación de un mecanismo de contabilización de CAS	32
6	Conclusiones y recomendaciones	37
6.1	Evaluación de la evolución de la producción y el suministro de CAS en el mercado del combustible de aviación de la Unión	37
6.2	Evaluación de posibles mejoras o medidas adicionales para el mecanismo de flexibilidad de los CAS existente con vistas a seguir facilitando el suministro y la utilización de CAS para la aviación durante el período de flexibilidad	39

1 Introducción

La Comunicación de la Comisión sobre el Pacto Verde Europeo¹ establece los objetivos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el transporte en al menos un 90 % para 2050 con respecto a los niveles de 1990 y de intensificar la producción y utilización de combustibles alternativos sostenibles para transporte. Los combustibles de aviación sostenibles (CAS) son reconocidos como los que más contribuyen a cualquier enfoque de corto a largo plazo para reducir las emisiones mundiales de CO₂ de la aviación. Esto también se reflejó en los debates y en las medidas adoptadas a escala internacional por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). En este contexto, la Unión Europea ha adoptado el Reglamento (UE) 2023/2405² (Reglamento ReFuelEU Aviation). El Reglamento ReFuelEU Aviation tiene por objeto descarbonizar el sector de la aviación exigiendo el suministro de combustibles de aviación que contengan un porcentaje mínimo cada vez mayor de CAS³ —CAS mezclados— en todos los aeropuertos de la Unión que entran en el ámbito de aplicación de dicho Reglamento⁴, evitando al mismo tiempo posibles distorsiones en el mercado interior de la aviación. La Unión Europea está marcando el camino a escala mundial en la utilización de CAS. El Reglamento ReFuelEU Aviation explota la mayor fuerza de la UE: su mercado interior —en particular en lo que se refiere a la prestación de servicios aéreos—, que es uno de los mercados más integrados y eficientes del mundo y clave para la competitividad mundial de la UE. Establece obligaciones, definiciones y sanciones armonizadas en toda la UE, preservando unas condiciones de competencia equitativas. También es coherente con el objetivo mundial ambicioso y a largo plazo para la aviación internacional de cero emisiones netas de carbono de aquí a 2050, adoptado en 2022 por la 41.^a Asamblea de la OACI, y con el objetivo ambicioso de la OACI de reducir un 5 % las emisiones de gases de efecto invernadero de la aviación internacional para 2030, acordado en la Tercera Conferencia de la OACI sobre Aviación y Combustibles Alternativos (CAAF/3)⁵ en 2023.

El Reglamento ReFuelEU Aviation contribuye a alcanzar el objetivo climático de la UE, establecido por la Legislación Europea sobre el Clima, de lograr la neutralidad climática de aquí a 2050. En este sentido, se espera que este Reglamento por sí solo contribuya a reducir las emisiones de CO₂ de la aviación en la UE en al menos un 60 % de aquí a 2050, con posibles efectos indirectos adicionales, como la mejora de la calidad del aire local (especialmente alrededor de los aeropuertos) y beneficios derivados de la reducción de las emisiones distintas del CO₂ que conlleva el uso de CAS mezclados, en particular para reducir el impacto de las estelas de condensación. El mercado de los CAS se encuentra todavía en su fase inicial de creación. Sin embargo, la entrada en vigor del Reglamento ReFuelEU Aviation ya ha reforzado el actual impulso de la inversión en

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX%3A52019DC0640>.

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32023R2405>.

³ «CAS» se refiere aquí al componente sintético de la mezcla («SBC», por sus siglas en inglés). Se trata de un producto sintético fabricado y certificado con arreglo a la norma ASTM D7566. El SBC es equivalente a un CAS que no se ha mezclado con combustible de aviación convencional.

⁴ Véase el artículo 3, punto 1, del Reglamento ReFuelEU Aviation.

⁵ <https://www.icao.int/Meetings/CAAF3/Pages/default.aspx>.

la producción de CAS en la UE⁶ y ha contribuido considerablemente a solucionar el problema del «huevo y la gallina» en relación con la oferta y la demanda de CAS. El Reglamento ReFuelEU Aviation será el elemento clave para que la UE supere el reto de difundir la utilización de los CAS, ya que permite la libre circulación de estos nuevos combustibles de aviación en el mercado interior, abre nuevos mercados y oportunidades e introduce herramientas digitales de notificación y una flexibilidad específica para facilitar y agilizar la vida de las empresas y los inversores. La transición del sector de la aviación hacia el uso de CAS mezclados beneficia no solo al clima, sino también a la economía de la Unión. La seguridad normativa que ofrece el Reglamento ReFuelEU Aviation desbloqueará la inversión en nuevas plantas de producción de CAS y aumentará la autonomía estratégica del suministro energético de la Unión debido a la variedad de vías de producción y materias primas de CAS que pueden producirse en la Unión. Este objetivo está respaldado por el Pacto Industrial Limpio anunciado por la presidenta Von der Leyen y el futuro Plan de Inversiones para un Transporte Sostenible mencionado en la carta de mandato⁷ al comisario de Transporte Sostenible y Turismo, Apostolos Tzitzikostas. El Reglamento ReFuelEU Aviation establece niveles mínimos uniformes para el porcentaje de suministro de CAS mezclados a escala de la Unión, creando así unas condiciones de competencia equitativas entre los operadores económicos del sector de la aviación. También establece una vía para que la Unión aproveche la oportunidad que brinda la transición sostenible de la aviación para reforzar su seguridad energética y la industria en todos los Estados miembros.

Cabe señalar que los requisitos mínimos obligatorios de suministro del Reglamento ReFuelEU Aviation solo se refieren a los CAS mezclados. Las actuales normas de calidad de los combustibles de aviación no permiten el suministro y el uso de CAS en una aeronave sin que se mezclen previamente con combustible de aviación convencional⁸. Del mismo modo, el Reglamento ReFuelEU Aviation no establece un nivel mínimo obligatorio de utilización de CAS mezclados para los operadores de aeronaves. Los operadores de aeronaves y los proveedores de combustible de aviación tienen libertad para decidir la cantidad de CAS mezclados que desean comercializar, siempre que los proveedores de combustible de aviación cumplan los porcentajes mínimos obligatorios de suministro de CAS mezclados y que los operadores de aeronaves cumplan la obligación de repostaje establecida en el Reglamento ReFuelEU Aviation, cada año y en cada aeropuerto de la Unión.

Con carácter excepcional, el mecanismo de flexibilidad de los CAS, para el período 2025-2034, permite a los proveedores de combustible de aviación suministrar los porcentajes mínimos de CAS como media ponderada de todo el combustible de aviación que suministraron en todos los aeropuertos de la Unión en un año determinado. Sin embargo, a partir de 2035, todo el combustible de aviación suministrado en los aeropuertos de la Unión deberá ser CAS mezclado. Por lo tanto, el combustible de aviación convencional dejará de estar disponible en los aeropuertos de la Unión.

⁶ Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (AESA), *State of the EU SAF market in 2023* [«Estado del mercado de los CAS de la UE en 2023», documento no disponible en español], 2024

(<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/refueeu-aviation/eu-saf-market-report>).

⁷ https://commission.europa.eu/document/de676935-f28c-41c1-bbd2-e54646c82941_en.

⁸ Se está trabajando en la normalización para llegar al 100 % de CAS en el futuro. Véanse los límites de mezcla actuales en el anexo 1.

El mecanismo de flexibilidad de los CAS tiene por objeto otorgar al sector de los CAS, y en particular a los proveedores de combustible de aviación, tiempo suficiente para aumentar su capacidad de producción y suministro. También permitirá a los proveedores de combustible de aviación cumplir sus obligaciones de manera eficiente en términos de costes y sin tener que reducir la ambición medioambiental general del Reglamento ReFuelEU Aviation.

El presente informe describe la evolución de la producción y el suministro de CAS en el mercado de los combustibles de aviación de la Unión. También presenta las conclusiones del seguimiento realizado por los servicios de la Comisión de la implantación del mecanismo de flexibilidad de los CAS durante estas primeras fases de la aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation, tal como exige el artículo 15, apartado 2, de dicho Reglamento. A tal fin, también se ha llevado a cabo un estudio de apoyo externo⁹.

El capítulo 2 ofrece una visión general del actual mercado de los combustibles de aviación convencionales y sostenibles de la Unión. El capítulo 3 aborda el funcionamiento del mecanismo de flexibilidad de los CAS con más detalle y analiza sus consecuencias previstas para las partes interesadas pertinentes afectadas por el Reglamento ReFuelEU Aviation. Los capítulos 4 y 5 estudian posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS, con vistas a facilitar aún más el suministro y la utilización de CAS en los aeropuertos de la Unión, tal como exige el artículo 15, apartado 2, del Reglamento ReFuelEU Aviation. Este análisis incluye una valoración de la implantación o el reconocimiento de un mecanismo de contabilización de los CAS. Aborda tanto la trazabilidad como la negociabilidad de los CAS en el marco legislativo de la Unión, que podrían permitir el suministro de combustible de aviación en la Unión sin una conexión física a un emplazamiento de suministro. En el capítulo 6 se resumen las conclusiones y se exponen algunas recomendaciones de la Comisión sobre el camino que se ha de seguir.

⁹ Guidehouse, *Assessment of the production and supply of SAF in Union airports and study on the feasibility of the creation of a system of tradability of SAF in the EU* [«Evaluación de la producción y el suministro de CAS en los aeropuertos de la Unión y estudio sobre la viabilidad de la creación de un sistema de negociabilidad de los CAS en la UE», documento no disponible en español], 2024.

2 Visión general del mercado de los combustibles de aviación de la Unión

El artículo 3, punto 6, del Reglamento ReFuelEU Aviation define «combustible de aviación» como el combustible de sustitución fabricado para su uso directo por una aeronave. En la Unión, el Jet A-1 se produce y se suministra con arreglo a la norma de calidad del combustible utilizada para los combustibles de turbinas de aviación establecida por DefStan 91-091¹⁰. Esta norma cubre casi el 100 % del consumo total de combustibles de turbinas de aviación en la Unión.

Las normas de calidad del combustible para las distintas vías de producción de CAS las establece ASTM International con arreglo a la norma ASTM D7566¹¹ y se adoptan en la norma DefStan 91-091. Ya se han cualificado y aprobado ocho vías de producción de CAS (ASTM D7566) y tres vías de coprocesamiento de CAS (ASTM D1655¹²). Ambas normas (DefStan 91-091 y ASTM D1655) describen las especificaciones de calidad de los combustibles de turbinas de aviación que se han de utilizar en la aviación comercial. La norma ASTM D7566 establece diferentes especificaciones de calidad para cada una de las vías de producción de CAS, así como los requisitos para los CAS mezclados. Una vez certificados tanto los CAS como los combustibles de aviación convencionales, podrá realizarse la mezcla de ambos teniendo en cuenta los requisitos de mezcla para cada tipo de vía de producción de CAS¹³. Una vez realizada la mezcla, los CAS mezclados deben someterse a otro control de calidad del combustible para demostrar la conformidad con los requisitos de mezcla de la norma ASTM D7566. Si se supera este control, la mezcla de CAS se declara combustible DefStan 91-091 y puede utilizarse en una aeronave.

El artículo 3, punto 7, del Reglamento ReFuelEU Aviation define los CAS como los combustibles de aviación que son combustibles de aviación sintéticos, biocombustibles de aviación o combustibles de aviación de carbono reciclado. Estos tipos de combustibles se definen con más detalle en el artículo 3, puntos 12, 8 y 9, del Reglamento, respectivamente. Todos ellos se derivan de la Directiva (UE) 2018/2001¹⁴, sobre energías renovables (DER). Los proveedores de combustible de aviación también pueden optar por cumplir los porcentajes mínimos de CAS y de combustibles de aviación sintéticos utilizando hidrógeno renovable para la aviación y combustibles de aviación con bajas emisiones de carbono, definidos en el artículo 3, puntos 16, y 18, del Reglamento ReFuelEU Aviation, respectivamente. En el Reglamento ReFuelEU Aviation el hidrógeno para la aviación no se define como combustible de aviación porque no es un combustible de sustitución fabricado para ser usado directamente por las aeronaves. El hidrógeno

¹⁰ *Defense Standard 91-091: Turbine Fuel, Kerosene Type, Jet A-1; NATO Code: F-35; Joint Service Designation: AVTUR* [«Norma del Ministerio de Defensa del Reino Unido 91-091: combustible de turbina, tipo queroseno, Jet A-1; código de la OTAN: F-35; denominación de los servicios conjuntos: AVTUR», documento no disponible en español] (<https://www.dstan.mod.uk/StanMIS/DefStan/Edit/8707>).

¹¹ *Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons* [«Especificación estándar para combustibles de turbinas de aviación que contienen hidrocarburos sintetizados», documento no disponible en español] (<https://www.astm.org/d7566-22.html>). Véanse también los anexos 1 y 2.

¹² *Standard Specification for Aviation Turbine Fuels* [«Especificación estándar para combustibles de turbinas de aviación», documento no disponible en español] (<https://www.astm.org/d1655-22a.html>).

¹³ Véase el anexo 2.

¹⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A02018L2001-20231120>.

para la aviación debe utilizarse en aeronaves de próxima generación que usen tecnologías de propulsión innovadoras. El presente informe solo aborda los combustibles definidos como CAS en el Reglamento.

2.1 Combustibles de aviación convencionales en la Unión

La Unión cuenta actualmente con setenta y siete refinerías en veintiún Estados miembros que refinan petróleo crudo. El combustible de aviación convencional representó alrededor del 9 % de su producción total en 2022, como cabía esperar. Ese mismo año, la Unión dependió de las importaciones netas para más del 97 % de su consumo de petróleo crudo¹⁵, lo cual revela su gran dependencia de países no pertenecientes a la Unión para el suministro de combustibles de aviación.

La mayoría de las refinerías de la Unión están situadas en la costa o cerca de vías navegables¹⁶. La ubicación de una refinería, su distancia a los aeropuertos para los que produce combustible de aviación convencional y el modo de transporte utilizado para suministrar los combustibles repercuten en la cadena de suministro. En última instancia, esto puede repercutir en el precio del combustible de aviación en los aeropuertos de la Unión.

El precio del combustible de aviación también depende en gran medida de los acuerdos de adquisición de combustible celebrados por los operadores de aeronaves. El acuerdo comercial más común consiste en que un operador de aeronaves y un proveedor de combustible de aviación firman un acuerdo de suministro de combustible. Este puede basarse, por ejemplo, en el Modelo de Acuerdo de Suministro de Combustible de Aviación de la IATA¹⁷, que establece el marco general y las condiciones para la venta y la compra de combustible. Las partes también deben acordar condiciones específicas para cada emplazamiento (es decir, aeropuerto) en el que se suministre combustible. El acuerdo de cada emplazamiento (anexo al acuerdo de suministro de combustible) especifica la calidad, la cantidad, el precio y otras condiciones clave del combustible. El precio del combustible de aviación convencional en la Unión puede variar considerablemente (como demostró Eurocontrol en 2019)¹⁸.

Algunos operadores de aeronaves han creado una entidad de autoabastecimiento que adquiere combustible de aviación de productores de combustible de aviación u otros comerciantes y, después, lo vende a la entidad operadora de aeronaves. En algunos casos específicos, la entidad de autoabastecimiento es la misma entidad jurídica que la entidad operadora de aeronaves. El Reglamento ReFuelEU Aviation permite que una entidad jurídica determinada asuma varias obligaciones.

¹⁵ Eurostat (2024) (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Oil_and_petroleum_products_-_a_statistical_overview&oldid=315177).

¹⁶ Laboratorio de Geografía de la Energía y la Industria (<https://energy-industry-geolab.jrc.ec.europa.eu/>).

¹⁷ IATA: <https://www.iata.org/en/programs/ops-infra/fuel/>.

¹⁸ Eurocontrol, *Fuel Tankering: economic benefits and environmental impact* [«Sobrerrepostaje: beneficios económicos e impacto ambiental», documento no disponible en español], 2019 ([eurocontrol-think-paper-1-fuel-tankering.pdf](https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-11/eurocontrol-think-paper-1-fuel-tankering.pdf)).

Las conclusiones de la encuesta sobre aeropuertos¹⁹ realizada por Guidehouse en el contexto del estudio de apoyo revelan que la mayoría de los aeropuertos tienen entre uno y cinco proveedores de combustible de aviación operando en sus instalaciones. Un gran número de aeropuertos solo cuenta con uno o dos proveedores de combustible de aviación. Los distintos aeropuertos tienen diferentes procedimientos de concesión de derechos de suministro de combustible de aviación (por ejemplo, un procedimiento de licitación o una participación en la propiedad de las instalaciones de almacenamiento de combustible del aeropuerto). Por término medio, los aeropuertos en los que se conceden derechos de suministro de combustible de aviación a través de una licitación suelen tener menos proveedores de combustible de aviación, ya que estas licitaciones a menudo conceden derechos exclusivos de suministro de combustible de aviación a un proveedor o a solo unos pocos proveedores durante varios años.

2.2 Combustibles de aviación sostenibles en la UE

2.2.1 Producción y suministro de CAS

La capacidad de producción de CAS en la UE solo alcanzó los 0,3 millones de toneladas (Mt) en 2023²⁰. Esto representa alrededor del 0,6 % del consumo de combustibles del sector de la aviación de la UE y demuestra que existe un fallo de mercado en lo que respecta a la adquisición de CAS. El mercado por sí solo no pudo aumentar la producción y el suministro de CAS y CAS mezclados, que son fundamentales para el futuro del sector. Sin embargo, desde la entrada en vigor del Reglamento ReFuelEU Aviation en noviembre de 2023, las capacidades previstas de producción, mezcla y suministro de biocombustibles de aviación de la UE han ido aumentando rápidamente, alcanzando niveles superiores al porcentaje mínimo obligatorio de mezcla de CAS para los biocombustibles de aviación que se suministrarán hasta 2030. Esto permite ser prudentemente optimistas con respecto a la consecución de los objetivos uniformes de la UE para estos combustibles hasta 2034. Como pone de manifiesto un reciente informe publicado por la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (AESA) sobre la situación del mercado de los CAS de la UE, la capacidad de producción de CAS en la UE llegó a aproximadamente 1,2 millones de toneladas en 2024. Como referencia, se espera que el 2 % del consumo total de combustible de aviación en los aeropuertos de la Unión en 2025 sea equivalente a unos 0,9 millones de toneladas. El análisis de la AESA de los proyectos de producción de CAS de la UE existentes y anunciados también pone de manifiesto que, en una hipótesis realista, la capacidad de producción de CAS de la UE en 2030 debería ascender a 3,2 millones de toneladas. Sin embargo, la capacidad de producción de biocombustibles avanzados en la UE sigue siendo limitada. Como pone de manifiesto un reciente informe publicado por la DG RTD²¹, la base de materias primas de

¹⁹ Guidehouse, *Assessment of the production and supply of SAF in Union airports and study on the feasibility of the creation of a system of tradability of SAF in the EU* [«Evaluación de la producción y el suministro de CAS en los aeropuertos de la Unión y estudio sobre la viabilidad de la creación de un sistema de negociabilidad de los CAS en la UE», documento no disponible en español], 2024.

²⁰ Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (AESA), *State of the EU SAF market in 2023* [«Estado del mercado de los CAS de la UE en 2023», documento no disponible en español] (<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/refueeu-aviation/eu-saf-market-report>).

²¹ DG RTD, *Development of outlook for the necessary means to build industrial capacity for drop-in advanced biofuels* [«Elaboración de perspectivas sobre los medios necesarios para desarrollar capacidad industrial para la producción de

materiales lignocelulósicos, que se utilizan en la producción de biocombustibles avanzados, es mucho más amplia que la del aceite de cocina usado. Así pues, es fundamental promover las tecnologías que transformen materiales lignocelulósicos hasta alcanzar su madurez de mercado para conseguir grandes volúmenes de producción de biocombustibles en el futuro.

Sigue habiendo una mayor incertidumbre sobre el nivel de inversión de los productores de combustibles de aviación en instalaciones de producción de combustibles de aviación sintéticos en la Unión para garantizar que se alcance su porcentaje mínimo específico (0,7 %) y el porcentaje medio específico (1,2 %) entre 2030 y 2032. El mercado de los CAS está evolucionando rápidamente, y los productores de combustibles de aviación establecidos en la Unión han anunciado proyectos que tienen suficiente capacidad prevista para permitirles cumplir sus obligaciones en relación con los combustibles de aviación sintéticos en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation para 2034. Sin embargo, en el momento en que se redacta la presente Comunicación, aún no se ha tomado una decisión final de inversión para ninguno de los proyectos anunciados. No obstante, sigue habiendo suficiente tiempo para que estas plantas entren en funcionamiento y muchos operadores económicos distintos están debatiendo activamente esta cuestión. Sería prematuro concluir que hay una posible escasez en relación con el objetivo secundario de los combustibles de aviación sintéticos para 2030-2032. Este segmento de mercado requiere un estrecho seguimiento y un posible apoyo adicional en el contexto de los anunciados Pacto Industrial Limpio y Plan de Inversiones para un Transporte Sostenible.

El informe de la AESA sobre el estado del mercado de los CAS de la UE en 2023 destaca una notable concentración geográfica de las instalaciones de producción de CAS de la UE en regiones y Estados miembros específicos en esta fase inicial. Esto contrasta con el carácter más disperso de las refinerías convencionales. Los Países Bajos tienen la mayor capacidad de producción anunciada para 2030, con una producción estimada de 1,6 millones de toneladas de CAS cada año. España, Francia, Finlandia y Suecia tienen varias instalaciones previstas y en construcción que emplean diversas vías de producción. Por el contrario, muchos Estados miembros de Europa central y oriental (por ejemplo, Bulgaria, Letonia y Hungría) carecen actualmente de capacidad de producción de CAS, ni ya operativa ni meramente anunciada. En la actualidad, doce Estados miembros tienen capacidad de producción de CAS operativa o anunciada. Todos ellos se encuentran entre los veintinueve Estados miembros que tienen capacidad de refinado de combustibles de aviación convencionales. Esta disparidad entre los Estados miembros occidentales y orientales es aún más pronunciada en el caso de las iniciativas de producción de combustibles de aviación sintéticos²². Todos los proyectos de producción de combustibles de aviación sintéticos anunciados se llevarán a cabo en Alemania, Dinamarca, España, Francia, Países Bajos, Portugal y Suecia. La futura evolución de la capacidad de producción de CAS de la Unión se reflejará en los informes

biocombustibles avanzados de sustitución», documento no disponible en español], 2024 (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1c97235-c4c3-11ee-95d9-01aa75ed71a1>).

²² Transport & Environment (T&E), *E-fuels for planes: with 45 projects, is the EU on track to meet its targets?* [«Electrocombustibles para aviones: con cuarenta y cinco proyectos, ¿está la Unión en vías de cumplir sus objetivos?», documento no disponible en español], 2024 (<https://www.transportenvironment.org/articles/e-fuels-for-planes-with-45-projects-is-the-eu-on-track-to-meet-its-targets>).

técnicos anuales de la AESA exigidos en virtud del artículo 13 del Reglamento ReFuelEU Aviation.

La variación de las capacidades de producción de CAS de los Estados miembros puede atribuirse a una serie de factores, como la disponibilidad actual de determinadas materias primas (por ejemplo, aceite de cocina usado, residuos forestales y electricidad renovable) y su competitividad de precios, así como el entorno de inversión en cada Estado miembro. Por consiguiente, y sobre la base de lo anunciado hasta la fecha, el panorama de la producción de CAS en las primeras fases de la aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation y hasta la fecha del presente informe varía considerablemente en la Unión y difiere del panorama de la producción de combustibles de aviación convencionales. Sin embargo, el hecho de que el panorama de la producción de CAS parezca aún más concentrado que el de la producción de combustibles de aviación convencionales en la Unión no es motivo de preocupación *per se*. Los veintisiete Estados miembros reciben actualmente combustibles de aviación convencionales, incluso aquellos sin capacidad de refinado, y el mercado de los CAS se encuentra todavía en sus fases iniciales.

A pesar de la concentración geográfica de las instalaciones de producción de CAS en algunos Estados miembros, las conclusiones de la encuesta sobre aeropuertos realizada por Guidehouse indican que ya se están suministrando CAS mezclados a una zona geográfica más amplia. Además, una importante proporción de los aeropuertos encuestados que actualmente no disponen de una oferta de CAS mezclados planean tenerla en breve. Esta tendencia apunta a una gran ampliación prevista del ámbito geográfico del suministro de CAS mezclados en los próximos años, que se corresponderá con el ámbito geográfico del Reglamento ReFuelEU Aviation. Esto también demuestra la buena disposición del sector y, en particular, la participación de las entidades gestoras de aeropuertos en la descarbonización de la aviación.

Los CAS mezclados y el combustible de aviación convencional tienen diferentes vías de adquisición y producción de sus materias primas, pero las mismas cadenas de suministro. Como se ha mencionado anteriormente, los CAS deben mezclarse con combustible de aviación convencional para cumplir los requisitos de mezcla de la norma ASTM D7566 y deben declararse como Jet A-1. Por motivos de seguridad²³ y excepto en el caso de pequeños volúmenes, la norma DefStan 91-091²⁴ actualmente recomienda que la mezcla se realice antes de llegar al depósito de almacenamiento de combustible del aeropuerto. A medida que la industria de los CAS crezca, es probable que se desarrollen infraestructuras de mezcla en sinergia con la muy compleja red de infraestructuras existente para el combustible de aviación convencional. Este tema podría merecer un análisis más profundo.

Una vez mezclados y certificados, los CAS mezclados pueden utilizar la misma infraestructura de distribución que los combustibles de aviación convencionales. Esto incluye no solo el transporte acuático y en camión, sino también la infraestructura interconectada, tal como se define en el

²³ Para mezclar CAS con queroseno fósil es necesario contar con personal formado e instalaciones específicas. Si la fase de mezcla tiene lugar fuera del aeropuerto, se limita el riesgo de que en las aeronaves se introduzcan combustibles no conformes a las especificaciones.

²⁴ DEF STAN 91-091 (<https://www.jig.org/documents/defstan-91-091-issue-15/>).

Reglamento de Ejecución (UE) 2022/996²⁵, que permite el transporte de combustibles líquidos a través de redes de gasoductos/oleoductos (por ejemplo, el Sistema de Oleoductos de Europa Central de la OTAN²⁶ y el sistema de oleoductos de Exolum²⁷) utilizando un enfoque de distribución de balance de masa²⁸. La infraestructura interconectada desempeñará un papel crucial en la distribución de CAS mezclados. El hecho de que una gran parte del mercado interior de la aviación se abastezca actualmente a través de una red de gasoductos/oleoductos hace que el enfoque de balance de masa sea una forma muy eficiente y eficaz en términos de costes de garantizar que los CAS mezclados puedan llegar a muchos aeropuertos que actualmente están alejados de los centros de operaciones más grandes, y los gestores de infraestructuras de combustible no deberían crear obstáculos administrativos, procedimentales ni de ningún otro tipo a la entrada para dificultar o impedir el suministro de CAS mezclados a través de su infraestructura interconectada (por ejemplo, gasoducto/oleoducto de combustible). Tanto la obligación de suministrar físicamente CAS mezclados a todos los aeropuertos de la Unión de aquí a 2035 como la clara posibilidad de que otros aeropuertos y operadores de aeronaves opten por entrar en el ámbito de aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation proporcionan a los productores y proveedores de combustibles de aviación la seguridad jurídica y el tiempo necesarios para garantizar el suministro de CAS mezclados en lugar de combustibles de aviación convencionales en todas sus redes actuales.

2.2.2 Medidas de apoyo

Además de la seguridad normativa que ofrece la adopción del Reglamento ReFuelEU Aviation, la Comisión ha puesto en marcha varias medidas de apoyo (descritas a continuación) para contribuir a aumentar la disponibilidad de CAS dentro y fuera de la Unión, reducir el riesgo de las inversiones en la producción de CAS en la Unión y reducir la diferencia de precios entre los CAS y los combustibles de aviación convencionales.

El Reglamento (UE) 2024/1735 (Ley sobre la industria de cero emisiones netas)²⁹ menciona los combustibles alternativos sostenibles (que incluyen combustibles sostenibles tanto de aviación como de uso marítimo) entre las tecnologías de cero emisiones netas. La Ley sobre la industria de cero emisiones netas crea un marco regulador para impulsar la competitividad de la industria de la Unión y promover tecnologías cruciales para la descarbonización, garantizando al mismo tiempo una resiliencia estratégica. Además, la Comisión creó, junto con socios industriales, la Alianza Industrial de la Cadena de Valor de Combustibles Renovables e Hipocarbónicos («RLCF», por sus siglas en inglés)³⁰ para impulsar la producción y el suministro de combustibles renovables y combustibles hipocarbónicos en los sectores de la aviación y el transporte acuático. En 2024, la Alianza puso en marcha su cartera de proyectos³¹ para ayudar a la industria a establecer contactos

²⁵ https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2022/996/oj.

²⁶ https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49151.htm.

²⁷ <https://exolum.com/>.

²⁸ Artículo 30 de la Directiva sobre fuentes de energía renovables.

²⁹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:L_202401735.

³⁰ https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/renewable-and-low-carbon-fuels-value-chain-industrial-alliance_es.

³¹ https://rlcf-alliance-platform.converve.io/pipeline_front.html.

con los socios en los sectores *upstream* y *downstream*, así como para conectar con posibles proveedores de financiación.

Tanto Horizonte Europa como el Fondo de Innovación han concedido subvenciones para contribuir a la madurez tecnológica de los CAS. Hasta la fecha, se han financiado 73 proyectos relacionados con los CAS en el marco de Horizonte Europa con un presupuesto de aproximadamente 400 millones EUR. De ellos, 37 proyectos y 210 millones EUR están directamente relacionados con el producto final del combustible de aviación. El Fondo de Innovación ya ha concedido más de 206 millones EUR a dos proyectos que producen CAS, uno de ellos centrado en la producción de combustibles de aviación sintéticos.

La Unión sigue apoyando la utilización de los CAS a través de financiación combinada. El Banco Europeo de Inversiones (BEI) está aportando un préstamo de 120 millones EUR a Repsol para respaldar la construcción y explotación de una planta de producción de biocombustibles avanzados en España³². El banco también firmó, con el apoyo del programa InvestEU, un préstamo de 285 millones EUR con Moeve para la construcción de otra planta de biocombustibles avanzados en España³³. Además, los CAS son admisibles en el marco de la asociación UE-Catalyst. Esta asociación público-privada, que reúne a la Comisión, el Banco Europeo de Inversiones (BEI) y Breakthrough Energy Catalyst, tiene previsto movilizar hasta 840 millones EUR entre 2023 y 2026 para acelerar el despliegue y la comercialización de tecnologías innovadoras que contribuyan a cumplir las ambiciones del Pacto Verde Europeo³⁴.

El hidrógeno puede utilizarse directamente como combustible sostenible en aeronaves de cero emisiones o como materia prima en la producción de CAS, en particular de combustibles de aviación sintéticos, pero también es un componente elemental de la transición del sistema energético. Por consiguiente, la inversión en I+i relativa al hidrógeno es más elevada. La UE, a través de los tres programas de I+i más recientes, ha puesto en marcha 776 proyectos relacionados con tecnologías del hidrógeno desde 2007, con más de 2 900 millones EUR asignados. En 2023 se observó un marcado aumento del importe de las ayudas otorgadas³⁵.

La ayuda financiera proporcionada en el marco de la Directiva 2003/87/CE (RCDE UE)³⁶ a través de la calificación de cero³⁷ de los CAS y la ayuda adicional para el abastecimiento de combustibles admisibles³⁸ contribuyen a reducir la diferencia de precios entre los combustibles de aviación convencionales y los CAS para los operadores de aeronaves. Se han reservado 20 millones de derechos de emisión (1 600 millones EUR a un precio del derecho de 80 EUR) para cubrir parte o

³² <https://www.eib.org/en/press/all/2022-551-repsol-and-the-eib-sign-a-eur-120m-loan-agreement-to-finance-the-first-advanced-biofuels-plant-in-spain>.

³³ <https://www.eib.org/en/press/all/2024-227-eib-and-cepsa-sign-eur285-million-loan-to-finance-the-construction-of-a-second-generation-biofuels-plant-in-spain>.

³⁴ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_21_5647

³⁵ Más información: <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/b82ce4e0-d215-11ee-b9d9-01aa75ed71a1>.

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A02003L0087-20240301>.

³⁷ Incentivo de aproximadamente 250 EUR por tonelada de CAS.

³⁸ Esta ayuda se introduce en virtud del artículo 3 *quater*, apartado 6, de la Directiva 2003/87/CE (RCDE UE). El objetivo es reducir la diferencia de precios entre los combustibles de aviación convencionales y los CAS.

la totalidad de la diferencia de precios entre los combustibles fósiles convencionales y los combustibles de aviación alternativos admisibles abastecidos a partir de enero de 2024. Es importante señalar que solo se incluirán los combustibles utilizados en vuelos sujetos a la obligación de cumplimiento del RCDE³⁹.

La Comisión también presta apoyo técnico para la producción de CAS a los Estados miembros a través del instrumento de apoyo técnico. Por ejemplo, Estonia y Letonia recibirán el apoyo técnico que han solicitado para mejorar las capacidades industriales en materia de CAS, en particular a través de un estudio de viabilidad, recomendaciones políticas y sensibilización sobre dichos combustibles. La Comisión está dispuesta a prestar más apoyo técnico a los Estados miembros para la concepción, el desarrollo y la ejecución de reformas destinadas a lograr una movilidad segura, inteligente y sostenible.

Además, la Unión apoya la producción mundial de CAS. Para ello, la Unión aporta 4 millones EUR para prestar apoyo financiero a estudios de viabilidad y desarrollo de capacidades en catorce Estados africanos y en la India, en el marco del programa ACT-SAF implantado con la OACI y la AESA. La Unión ha designado los CAS como una iniciativa emblemática de Global Gateway de 2024 para apoyar el desarrollo, la producción y el uso de combustibles de aviación sostenibles. El proyecto ACT-SAF es el punto de partida de esta iniciativa emblemática, y se está trabajando para seguir llevándola a la práctica con nuevas actividades y proyectos.

2.2.3 Trazabilidad de los CAS

Debido a la naturaleza de la infraestructura de los combustibles de aviación (por ejemplo, gasoductos/oleoductos y depósitos compartidos de aeropuertos), es difícil hacer un seguimiento de las moléculas específicas de un suministro específico desde el momento de la producción hasta que llega a la aeronave. Esta cuestión de la trazabilidad no es exclusiva de las mezclas de CAS, pero constituye un reto común para todos los combustibles de transporte mezclados. Para hacer frente a este reto, la Unión ha desarrollado la base de datos de biocombustibles de la Unión («UDB», por sus siglas en inglés)⁴⁰, que es un sistema informático establecido en virtud del artículo 31 *bis* de la DER. Permite hacer un seguimiento de los combustibles renovables líquidos y gaseosos y de los combustibles de carbono reciclado incluso cuando forman parte de un combustible mezclado. Esta base de datos permite a los operadores económicos afectados decidir y verificar cómo se contabilizan las moléculas sostenibles y dónde se suministran y utilizan. Esto garantizará la transparencia, la responsabilidad y la seguridad a lo largo de la cadena de suministro hasta que el producto se comercialice como combustible plenamente sostenible o como combustible mezclado. De conformidad con el artículo 10 del Reglamento ReFuelEU Aviation, todos los volúmenes de CAS suministrados a los aeropuertos de la Unión deben ser registrados en la base de datos de biocombustibles de la Unión por los proveedores de combustible de aviación. En capítulos posteriores del presente informe se debaten otras posibles ampliaciones del ámbito

³⁹ Más información: https://climate.ec.europa.eu/document/download/9a82627a-8a5c-4419-93de-e5ed2d6248eb_en?filename=policy_ets_allowances_for_saf_en.pdf.

⁴⁰ <https://wikis.ec.europa.eu/display/UDBBIS/Union+Database+for+Biofuels+-+Public+wiki>.

de aplicación de la UDB para ofrecer una trazabilidad completa de las transacciones de CAS más allá del punto de suministro.

3 Mecanismo de flexibilidad de los CAS en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation

Para garantizar el suministro satisfactorio de porcentajes mínimos de CAS al mercado de la aviación a escala de la Unión, evitando al mismo tiempo la escasez local de suministro de CAS mezclados, el Reglamento ReFuelEU Aviation ha introducido un mecanismo de flexibilidad de los CAS para el período 2025-2034. Este mecanismo permite a los proveedores de combustible de aviación alcanzar el porcentaje mínimo obligatorio de CAS como una media ponderada en todos los aeropuertos de la Unión en los que suministran combustibles de aviación. En la práctica, esto significa que los proveedores de combustible de aviación pueden suministrar combustibles de aviación que contengan porcentajes más elevados de CAS en determinados aeropuertos de la Unión (siempre que estos cumplan los requisitos de mezcla establecidos en la norma ASTM 7566) para compensar los combustibles de aviación que contengan un porcentaje nulo o menor de CAS en otros aeropuertos de la Unión, siempre que suministren la cantidad total mínima de mezcla de CAS requerida en la Unión. Esta flexibilidad no es obligatoria, sino opcional para los proveedores de combustible de aviación. Su margen de discrecionalidad incluye los acuerdos contractuales que puedan alcanzar con los operadores de aeronaves para decidir la mejor manera de hacer uso de la flexibilidad ofrecida. Este mecanismo tiene por objeto otorgar al sector de los CAS, y especialmente a los proveedores de combustible de aviación, tiempo suficiente para aumentar la capacidad de producción y suministro, permitiéndoles al mismo tiempo cumplir sus obligaciones de manera eficiente en términos de costes, sin reducir la ambición medioambiental general del Reglamento ReFuelEU Aviation. Sin embargo, puede privar a algunos aeropuertos a los que no se suministren CAS mezclados de los efectos positivos de su uso en la calidad del aire local. El mecanismo también facilita a las entidades gestoras de los aeropuertos de la Unión, a los proveedores de combustible de aviación y a los operadores de aeronaves realizar las inversiones tecnológicas y logísticas necesarias en la cadena de suministro para garantizar que se alcancen los porcentajes mínimos de aquí a 2035 en cada aeropuerto de la Unión, especialmente teniendo en cuenta que todo el combustible de aviación suministrado a los aeropuertos de la Unión, para entonces, debe estar mezclado con un porcentaje mínimo obligatorio considerable de CAS.

El nivel de flexibilidad ofrecido a los proveedores de combustible de aviación en el marco del mecanismo de flexibilidad de los CAS también depende de la interpretación de la definición de «proveedor de combustible» en la legislación nacional por la que se transpone la Directiva sobre fuentes de energías renovables, en la que se basa la definición de «proveedor de combustible de aviación» del Reglamento ReFuelEU Aviation. Cada Estado miembro tiene que identificar a los proveedores de combustible de aviación cuyo cumplimiento de los requisitos de la Directiva sobre fuentes de energías renovables y el Reglamento ReFuelEU Aviation son responsables de garantizar. Los servicios de la Comisión han llevado a cabo amplias consultas con los Estados miembros sobre esta cuestión dentro del marco de la aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation. Estas consultas han puesto de manifiesto que los proveedores de combustible de aviación se definen principalmente a nivel de Estado miembro y que operan predominantemente dentro de sus respectivas jurisdicciones (aunque algunos operan en dos o más Estados miembros). Se ha informado a los servicios de la Comisión de que, en ocasiones, las normas fiscales pueden incluso

exigir a los proveedores de combustible de aviación que tengan una residencia fiscal en un Estado miembro determinado para operar en su territorio. Esto les obligaría a operar a través de una filial nacional independiente en ese Estado miembro. Los servicios de la Comisión estudiarán detenidamente esta cuestión y se asegurarán de que los requisitos fiscales sean conformes a la libertad de establecimiento. El Reglamento ReFuelEU Aviation permite a los proveedores de combustible de aviación operar en varios Estados miembros bajo la misma entidad jurídica.

Dicho Reglamento no impide que los proveedores de combustible de aviación con dificultades para cumplir sus obligaciones se coordinen con otros proveedores de combustible de aviación que puedan superar sus obligaciones. Dicha coordinación podría permitir que quienes se benefician de un excedente de CAS mezclados en determinados aeropuertos de la Unión suministrasen CAS mezclados en nombre de aquellos que tienen dificultades. Sin embargo, esto requeriría una reestructuración del mercado de proveedores de combustible de aviación de la Unión y tal coordinación podrían impedirla actualmente las leyes nacionales o acuerdos a largo plazo entre los proveedores de combustible de aviación y las entidades gestoras de aeropuertos de la Unión.

A pesar de la posibilidad que ofrece el mecanismo de flexibilidad transitorio, los proveedores de combustible de aviación no han expresado ninguna intención de concentrar el suministro de CAS mezclados en un número limitado de aeropuertos de la Unión. Por el contrario, las normas y condiciones establecidas para los operadores de aeronaves a la hora de declarar el uso de CAS en el RCDE UE significan que existe un mayor incentivo en el lado de la demanda para que se suministren CAS mezclados lo antes posible a la mayoría de los aeropuertos de la Unión, si no a todos. Este interés por abastecer al mayor número posible de aeropuertos se ve incrementado por el hecho de que las infraestructuras para las cadenas de suministro de combustibles de aviación tanto mezclados como no mezclados se comparten, especialmente durante la última fase de la cadena de suministro a los aeropuertos de la Unión. Además, como se menciona en el capítulo anterior, el uso del enfoque de balance de masa para la distribución de CAS mezclados a través de infraestructuras interconectadas permite a los proveedores de combustible de aviación llegar a una gran parte de los aeropuertos de la Unión de manera eficiente, rentable y sin costes de infraestructura adicionales.

Todas estas características del mercado restringen considerablemente las oportunidades de concentrar geográficamente el suministro de CAS mezclados en un número reducido de aeropuertos de la Unión y se espera que los CAS mezclados se suministren en al menos un aeropuerto de la Unión de cada Estado miembro antes del inicio de las obligaciones de suministro en 2025. También apuntan a una distribución más rápida de los CAS mezclados en consonancia con los porcentajes mínimos de CAS exigidos en el Reglamento ReFuelEU Aviation. El período de flexibilidad de diez años es mucho más largo que el período de cinco años propuesto inicialmente por la Comisión. Este factor, combinado con las características del mercado y la voluntad mostrada por todas las partes interesadas de facilitar el suministro de CAS mezclados, sugiere que el mecanismo de flexibilidad del Reglamento ReFuelEU Aviation ofrece actualmente a los proveedores de combustible de aviación suficiente flexibilidad para cumplir sus obligaciones. El compromiso de los inversores públicos y privados y de los productores de combustible de

aviación de acelerar la producción de combustibles de aviación sintéticos en la Unión sigue siendo crucial para lograr este objetivo.

4 Objetivos y posiciones del sector sobre posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS

El artículo 15, apartado 2, del Reglamento ReFuelEU Aviation exige a la Comisión que valore y comunique posibles mejoras o medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS ya existente con vistas a facilitar aún más el suministro y la utilización de CAS durante el período de flexibilidad de diez años.

El artículo difiere del ámbito de aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation en al menos tres aspectos:

- En primer lugar, exige a la Comisión que reflexione e informe sobre la negociabilidad de los CAS, pero no sobre la negociabilidad del combustible de aviación que contiene porcentajes de CAS (es decir, CAS mezclados), como sucede con las obligaciones de suministro.
- En segundo lugar, este proceso de reflexión debe abarcar la opción de establecer o reconocer «un sistema de negociabilidad de combustibles de aviación sostenibles para permitir el suministro de combustible en la Unión sin estar físicamente conectado a un emplazamiento de suministro». En otras palabras, se trataría de un sistema de negociabilidad para los certificados de sostenibilidad de los CAS que podría disociarse de la trazabilidad de sus moléculas físicas de CAS relacionadas.
- En tercer lugar, requiere que la Comisión reflexione sobre cómo tal sistema «podría permitir a los operadores de aeronaves o a los proveedores de combustible, o a ambos, adquirir combustibles de aviación sostenibles mediante acuerdos contractuales con los proveedores de combustible de aviación y declarar el uso de combustibles de aviación sostenibles en los aeropuertos de la Unión». La Comisión ha de tener en cuenta la capacidad de los operadores de aeronaves para declarar el uso de CAS, aunque no estén obligados a utilizar porcentajes mínimos de CAS en virtud de este Reglamento.

Cabe señalar que, con arreglo al Derecho de la Unión, cada cantidad de CAS puede ser declarada para diferentes fines por diferentes operadores económicos. Los proveedores de combustible de aviación pueden declarar el suministro de CAS con el fin de cumplir sus obligaciones en el marco del Reglamento ReFuelEU Aviation y contribuir a los objetivos nacionales de la Directiva sobre fuentes de energía renovables. El Derecho de la UE no impide que un lote de CAS se certifique con arreglo a más de un sistema de certificación (por ejemplo, los combustibles certificados en el marco de la DER o el CORSIA). Los operadores de aeronaves pueden declarar el uso de una cantidad determinada de CAS en el marco de un régimen de reducción de gases de efecto invernadero, incluido el RCDE UE y el CORSIA de la OACI. También pueden declarar la misma cantidad de CAS en el marco de la taxonomía de la UE o de la etiqueta de emisiones de vuelo⁴¹. Sin embargo, es de vital importancia para la solidez, el rigor y la precisión del mercado que solo

⁴¹ Establecida en el marco del Reglamento (UE) 2024/3170, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024R3170>.

un proveedor de combustible de aviación y solo un operador de aeronaves puedan declarar una cantidad determinada de CAS, respectivamente.

4.1 Objetivos

Tal como exige el artículo 15, apartado 2, del Reglamento ReFuelEU Aviation, la Comisión evaluará posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS examinado en el presente informe con vistas a facilitar aún más el suministro y la utilización de los CAS durante el período de flexibilidad. La evaluación debe abarcar el posible establecimiento o reconocimiento de un sistema de negociabilidad de CAS para permitir el suministro de combustible en la Unión sin estar físicamente conectado a un emplazamiento de suministro.

La evaluación también debe tener en cuenta y preservar los diferentes objetivos del Reglamento ReFuelEU Aviation y del mecanismo de flexibilidad de los CAS, a saber:

- mantener unas condiciones de competencia equitativas en el mercado del transporte aéreo entre los operadores económicos a escala mundial y de la Unión (por ejemplo, considerando 3);
- aumentar la producción, el suministro y la utilización de los CAS y los CAS mezclados en la Unión en consonancia con el marco regulador y la libertad comercial (por ejemplo, considerando 2);
- promover oportunidades industriales para todas las regiones de la Unión (por ejemplo, considerando 47);
- reforzar la seguridad energética del suministro de la Unión y reducir la dependencia de países no pertenecientes a la Unión (por ejemplo, considerando 52);
- permitir a las entidades gestoras de los aeropuertos de la Unión, a los proveedores de combustible de aviación y a los operadores de aeronaves realizar las inversiones tecnológicas y logísticas necesarias para cumplir las obligaciones de suministro físico en todos los aeropuertos de la Unión a partir de 2035 (por ejemplo, considerando 45);
- mitigar cualquier riesgo de doble cómputo, uso indebido o fraude de cualquier tipo de los certificados sostenibles que acrediten la producción y el uso de un determinado lote de CAS en la Unión (por ejemplo, considerando 48).

4.2 Posiciones del sector

Un amplio proceso de consulta con las partes interesadas llevado a cabo por Guidehouse y los servicios de la Comisión ha permitido al sector compartir sus preocupaciones y expectativas en relación con las inminentes obligaciones en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation y, más concretamente, en relación con el mecanismo de flexibilidad de los CAS. Esta consulta permitió comprender con claridad las distintas posiciones del sector sobre cuestiones clave. Se organizaron dos talleres con las partes interesadas y se celebraron numerosas reuniones bilaterales. Además, muchas asociaciones y organizaciones del sector han compartido sus documentos de posición y documentos técnicos sobre la posible implantación de un mecanismo de contabilización de los CAS que podría permitir la negociación virtual de certificados de CAS entre los operadores pertinentes. Como se destaca en el estudio de apoyo de Guidehouse, diferentes partes del sector (también dentro de los mismos grupos de partes interesadas) han expresado preocupaciones y

expectativas diferentes y a veces opuestas, en particular en lo que respecta a la posibilidad de permitir la negociación virtual de certificados de sostenibilidad de CAS. La consulta puso de manifiesto que no existe una posición unificada en el sector sobre el diseño ni sobre la necesidad de implantar dicho mecanismo de contabilización para cumplir las actuales obligaciones relativas a los CAS mezclados y declarar su uso en virtud de otros actos legislativos de la Unión, como la Directiva RCDE UE.

Cabe señalar, no obstante, que existe un amplio consenso en el sector en relación con dos parámetros ya impuestos por el Reglamento ReFuelEU Aviation: i) cualquier flexibilidad adicional aportada por cualquier tipo de mecanismo de contabilización de CAS solo sería pertinente mientras que los porcentajes obligatorios combinados de CAS siguieran siendo bajos hasta 2035, y ii) un mecanismo de contabilidad de CAS solo podría garantizar el rigor, la solidez y la confianza necesarios si se mantuviera dentro de los límites del territorio de la Unión, en consonancia con el ámbito de aplicación del Reglamento ReFuelEU Aviation.

Las principales cuestiones tratadas durante la consulta se resumen a continuación en cuatro categorías:

- cuestiones relacionadas con la disponibilidad de CAS mezclados en los aeropuertos de la Unión;
- cuestiones relacionadas con el precio de los CAS;
- cuestiones relacionadas con la transparencia y la solidez de las declaraciones de sostenibilidad;
- y cuestiones relacionadas con la posibilidad de negociar certificados de CAS virtualmente (tanto en el lado de la oferta como en el lado de la oferta y la demanda).

4.2.1 Disponibilidad de CAS mezclados en los aeropuertos de la Unión

Como se describe en el capítulo anterior, la introducción del mecanismo de flexibilidad de los CAS permite a los proveedores de combustible de aviación suministrar combustibles de aviación que contengan porcentajes más elevados de CAS en determinados aeropuertos de la Unión para compensar el suministro de combustible de aviación con ningún porcentaje o un porcentaje menor de CAS en otros aeropuertos de la Unión. Las asociaciones de operadores de aeronaves han expresado su preocupación por la concentración geográfica de CAS mezclados en solo unos pocos aeropuertos de la Unión, alegando que esto podría crear distorsiones de la competencia entre los operadores de aeronaves, en particular debido a las repercusiones de dicha concentración geográfica en su capacidad para descarbonizar sus operaciones y en el precio del combustible de aviación.

La Comisión considera que el riesgo de una concentración geográfica significativa de CAS mezclados en unos pocos aeropuertos de la Unión es limitado. En primer lugar (como se destaca en el capítulo anterior), parece que la mayoría de los proveedores de combustible de aviación operan únicamente dentro de las fronteras de sus respectivos Estados miembros, por lo que la posibilidad de una concentración geográfica significativa ya está limitada en gran medida a los mercados nacionales. En segundo lugar, muchas entidades gestoras de aeropuertos de la Unión han comunicado claramente su intención de disponer de CAS mezclados en sus instalaciones en

los próximos años. En tercer lugar, están surgiendo proyectos relativos a nuevas capacidades de CAS en diversos lugares de la Unión y cabe esperar que se incorporen a las cadenas de suministro regionales existentes de CAS mezclados.

No obstante, algunos operadores de aeronaves han expresado su preocupación por el hecho de que permitir la negociación virtual de certificados de CAS a través de un mecanismo de contabilización de CAS podría aumentar su disposición a firmar acuerdos de compra a largo plazo con productores o proveedores de combustible de aviación, especialmente en el caso de los combustibles de aviación sintéticos. Los operadores de aeronaves sostienen que esto podría permitir a los productores de combustible tomar una decisión final de inversión en relación con la primera generación de proyectos. Sin embargo, los factores que impiden que los operadores de aeronaves firmen acuerdos de compra a largo plazo son diversos y complejos. Dependiendo de las circunstancias, el deseo de los operadores de aeronaves de celebrar acuerdos de compra a largo plazo con proveedores de combustible de aviación puede estar más relacionado con su propia situación financiera o con sus planes comerciales y empresariales para sus redes mundiales y regionales que con la disponibilidad del combustible en sí. También podría depender de sus actuales acuerdos comerciales con sus proveedores de combustible de aviación para el suministro de CAS mezclados en su red de aeropuertos de la Unión con el fin de reducir sus costes relacionados con la huella de carbono en el marco del RCDE UE y el CORSIA.

No existe ninguna garantía de que los acuerdos de compra a largo plazo contendrían compromisos vinculantes de los operadores de aeronaves que serían suficientes para hacer más financiables los proyectos de combustibles de aviación sintéticos. Tampoco existe ninguna garantía de que los operadores de aeronaves firmarían acuerdos de compra a largo plazo por el mero hecho de que podrían adquirir virtualmente certificados de CAS, dado que hay muchas otras consideraciones económicas y operativas fundamentales para tomar tales decisiones, como las relacionadas con los elevados costes de los CAS y la incertidumbre en torno a la evolución de sus precios, las fluctuaciones cíclicas del mercado de la aviación e incluso el nivel de experiencia de los equipos de adquisiciones con estos tipos de nuevos combustibles. Un mecanismo para la agregación de la demanda y el suministro de hidrógeno y sus derivados⁴² podría facilitar la celebración de acuerdos de compra de combustibles de aviación sintéticos que abarcaran la totalidad de la inversión y la madurez comercial de los proyectos. Además, como se examinó en el estudio del BEI sobre los combustibles líquidos sostenibles⁴³, los pioneros se enfrentan a retos relativos al aumento de los costes de producción en relación con las primeras plantas a escala industrial. Por lo tanto, se requieren acciones específicas y apoyo público para aumentar la financiabilidad de los proyectos de CAS y reducir el riesgo de las inversiones (en particular para los combustibles de aviación sintéticos).

⁴² https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/hydrogen/european-hydrogen-bank/pilot-mechanism-support-market-development-hydrogen_en?prefLang=es.

⁴³ [BEI](#), *Financing sustainable liquid fuel projects in Europe: Identifying barriers and overcoming them* [«Financiación de proyectos de combustibles líquidos sostenibles en Europa: detectando y superando obstáculos», documento no disponible en español], 2024 (https://www.eib.org/attachments/lucalli/20240101_financing_sustainable_liquid_fuel_projects_in_europe_en.pdf).

Los operadores de aeronaves no están obligados a repostar CAS mezclados en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation, por lo que la indisponibilidad de CAS mezclados en algunos aeropuertos de la Unión no puede distorsionar la competencia. Los operadores de aeronaves pueden garantizar su acceso a los CAS y demostrar su voluntad de descarbonizar sus operaciones mediante compromisos contractuales con los productores de combustible de aviación para realizar entregas físicas de CAS mezclados. Esto respaldaría en gran medida el desarrollo del mercado de los CAS de la Unión.

4.2.2 Precios de los CAS

4.2.2.1 Costes de producción y transporte de CAS

El precio de los CAS puede influir significativamente en la voluntad de los operadores de aeronaves de utilizar CAS mezclados, dado que los costes del combustible representan actualmente entre el 25 y el 30 % de sus costes de explotación. En 2023, las agencias de comunicación de precios notificaron un precio medio del combustible de aviación convencional en los centros de operaciones del noroeste de Europa de 816 EUR/tonelada. También en 2023, el precio medio de los biocombustibles de aviación [por ejemplo, ésteres y ácidos grasos hidroprocesados («HEFA», por sus siglas en inglés)] en la UE fue de 2 768 EUR/tonelada. Teniendo en cuenta la actual indisponibilidad de combustibles de aviación sintéticos en el mercado, la AESA ha desarrollado y aplicado una metodología ascendente basada en estimaciones del coste de producción normalizado para determinar el precio mínimo de venta de dichos combustibles⁴⁴. En función de la fuente de CO₂ utilizada en el proceso de producción, actualmente se estima que el coste de producción de los combustibles de aviación sintéticos oscila entre 6 600 EUR/tonelada y 8 700 EUR/tonelada. La elevada horquilla de precios se explica por los numerosos retos a los que se enfrenta la producción de estos combustibles, como el coste y la disponibilidad de electricidad renovable, así como el coste y la disponibilidad de CO₂ admisible.

Al traducirlo a las mezclas medias exigidas en 2030, la evaluación de impacto⁴⁵ del Reglamento ReFuelEU Aviation estimó un aumento del coste del combustible para los operadores de aeronaves del 3,3 % y el consiguiente aumento del precio de los billetes en menos del 1 %. Sin embargo, debido al mecanismo de flexibilidad de los CAS, las mezclas reales (por ejemplo, el nivel de CAS mezclados) pueden ser mucho más elevadas en algunos lugares y mucho más bajas (o incluso nulas) en otros. Además, las políticas de precios de los proveedores de combustible de aviación pueden diferir entre proveedores y aeropuertos. En anteriores mandatos sobre CAS (por ejemplo, en Francia), antes de la entrada en vigor del Reglamento ReFuelEU Aviation, se ha observado que los proveedores de combustible de aviación a veces cobran la misma prima media de CAS a todos los operadores de aeronaves, independientemente de dónde se suministren físicamente los CAS mezclados y de qué operador de aeronaves los recibirá realmente. Esta estrategia de precios podría derivarse de la escasez de CAS en el mercado y de la ausencia de una herramienta de trazabilidad

⁴⁴ AESA, *State of the EU SAF market in 2023* [«Estado del mercado de los CAS de la UE en 2023»], documento no disponible en español], 2024.

⁴⁵ *Study supporting the impact assessment of the ReFuelEU Aviation initiative* [«Estudio de apoyo a la evaluación de impacto de la iniciativa RefuelEU Aviation»], documento no disponible en español] (<https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/46892bd0-0b95-11ec-adb1-01aa75ed71a1>).

centralizada, como la UDB. Cabe esperar que esta distribución de costes adicionales de CAS entre todos los operadores de aeronaves genere distorsiones de la competencia entre los operadores de aeronaves, especialmente si se tiene en consideración que los beneficios del uso de CAS (por ejemplo, los beneficios del RCDE UE o la etiqueta de emisiones de vuelo) solo pueden solicitarlos aquellos a quienes se entreguen CAS físicamente. Se prevén consecuencias similares si los proveedores de combustible de aviación deciden aumentar artificialmente el precio del combustible de aviación convencional para todos los operadores de aeronaves a fin de reducir la brecha de precios para aquellos operadores de aeronaves a los que se suministran los CAS mezclados. Las prácticas comerciales destinadas a aumentar artificialmente el precio del combustible de aviación convencional para todos los operadores de aeronaves con el fin de reducir la carga que pesa sobre quienes obtienen los CAS físicos —y reclaman los beneficios económicos vinculados a su utilización— distorsionarían las condiciones de competencia equitativas y, por lo tanto, equivaldrían a prácticas comerciales desleales. Los servicios de la Comisión prestarán especial atención a cualquier denuncia a este respecto y la tendrán en cuenta en cualquier posible evaluación y evaluación de impacto del Reglamento ReFuelEU Aviation que se realice en el futuro. El aumento de la producción de CAS en la Unión, junto con la implantación de la UDB, que hará un seguimiento de los combustibles admisibles en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation, debería impedir que los proveedores de combustible de aviación apliquen estrategias de fijación de precios desleales o distorsionadoras.

Los operadores de aeronaves han expresado a menudo su preocupación por los elevados precios de los CAS y el impacto del Reglamento ReFuelEU Aviation en sus costes de explotación. La escasez de CAS en el mercado y sus elevados precios se señalaron precisamente como factores que justificaban la intervención reguladora del Reglamento ReFuelEU Aviation. El objetivo del Reglamento ReFuelEU Aviation es aumentar el suministro y la utilización de CAS incrementando la proporción de CAS en los combustibles de aviación. Como se muestra en el capítulo 2, las obligaciones de suministro proporcionan la seguridad del mercado necesaria para generar nuevas capacidades de producción y suministro de CAS y permiten la creación de un mercado más líquido para los CAS. El aumento de la escala dará lugar a economías de escala, eficiencias en la producción y madurez industrial, que se espera que reduzcan los precios de los CAS y, por consiguiente, el precio relativo de los CAS mezclados en todo el mercado de la Unión. El Reglamento ReFuelEU Aviation garantizará unas condiciones de competencia equitativas en las que tanto los operadores de aeronaves como los aeropuertos de la Unión puedan competir para mantener el nivel adecuado de conectividad a precios asequibles para todas las regiones de la Unión. Asimismo, además de beneficiarse de la calificación de cero emisiones de CO₂ en el marco del RCDE UE, el uso de CAS también se beneficiará hasta 2030 de los 20 millones de derechos de emisión reservados para el abastecimiento de combustibles de aviación admisibles que ayudarán a activar el mercado.

Sin embargo, muchos operadores de aeronaves han alegado que permitir la negociación virtual de certificados de CAS podría bajar más los precios de los CAS al concentrar aún más el suministro en un pequeño número de aeropuertos de la Unión y, por tanto, reducir los costes logísticos. La concentración geográfica del suministro de CAS podría reducir los costes de transporte en unos pocos aeropuertos de la Unión situados lejos de cualquier instalación de mezcla o producción de

CAS y que no están unidos a ninguna infraestructura interconectada, pero es probable que los precios actuales del combustible de aviación convencional en dichos aeropuertos ya sean más elevados debido a problemas similares en la cadena de suministro. Es necesario analizar más detenidamente los casos concretos para demostrar las supuestas dificultades añadidas y los aumentos de costes que podría acarrear el suministro de CAS mezclados. Ni los consultores externos ni los propios servicios de la Comisión han podido recopilar datos que justifiquen un aumento significativo del precio del combustible atribuible al transporte de CAS. Además, como se menciona en el capítulo 3, el Reglamento ReFuelEU Aviation no impide que los proveedores de combustible de aviación que tengan dificultades para acceder a CAS mezclados se coordinen (en la medida en que sea legalmente admisible) con proveedores de combustible de aviación que tengan un acceso más fácil a CAS mezclados, con el fin de beneficiarse de sus derechos de suministro en determinados aeropuertos de la Unión y suministrar CAS mezclados en su lugar. Por último, la concentración geográfica de los CAS mezclados en solo unos pocos aeropuertos de la Unión podría ralentizar las inversiones necesarias (por ejemplo, en el desarrollo de nuevas instalaciones de producción y mezcla de CAS en toda la Unión) que garantizarían el cumplimiento del requisito de porcentajes mixtos uniformes en todos los aeropuertos de la Unión a partir de 2035.

La negociación virtual de certificados de sostenibilidad de CAS puede aportar una nueva dinámica al mercado en el lado de la demanda, pero no está claro si esto tendría repercusiones reales en el lado de la producción en esta fase inicial. La posibilidad de que los precios bajen más rápidamente de lo esperado durante los primeros años de las obligaciones de suministro puede disuadir a los operadores de aeronaves —muy sensibles a los costes de explotación relacionados con el combustible— de celebrar a día de hoy acuerdos de compra a largo plazo, por temor a encontrarse en una situación de desventaja competitiva en comparación con los que se incorporen más adelante. La incertidumbre sobre los costes de producción y los precios de los CAS, especialmente en el caso de los combustibles de aviación sintéticos, parece entrañar un mayor riesgo de provocar una falta de compromiso en el lado de la demanda de participar en acuerdos de compra a largo plazo que la disponibilidad de los combustibles en sí de aquí a 2030. En un mercado virtual, los operadores de aeronaves con mayor capacidad financiera para firmar acuerdos de compra a largo plazo pueden garantizar mayores cantidades de CAS a mejores precios, mientras que otros operadores de aeronaves pueden tener dificultades para pagar precios más elevados por los CAS restantes en el mercado o pueden verse obligados a comprarlos a través de intermediarios, en el contexto actual de escasez de CAS y de combustibles de aviación sintéticos.

En el lado de la oferta —en particular, pero no solo en el caso de los combustibles de aviación sintéticos—, el mayor reto al que se enfrenta el sector parece ser el retraso en la adopción de decisiones finales de inversión de los proyectos de producción de combustible en relación con el reto de la compra, y no los retos técnicos o tecnológicos. Los productores de combustibles fósiles todavía parecen seguir dando prioridad a las inversiones en el ámbito menos arriesgado de las tecnologías de combustibles fósiles actuales. Al mismo tiempo, los pequeños productores de combustibles de aviación sintéticos tienen dificultades para ampliar sus operaciones porque no pueden encontrar inversores dispuestos a asumir los mayores riesgos que conlleva ser pioneros en un mercado en el que el margen de incertidumbre de precios es demasiado grande para que los

acuerdos de compra a largo plazo resulten atractivos en el lado de la demanda. Además, algunos productores de combustibles fósiles han detenido o retrasado recientemente sus inversiones anunciadas públicamente en biocombustibles de aviación. El hecho de que el precio previsto de los combustibles basados en HEFA solo sea el doble, en lugar del triple, del precio actual del combustible de aviación convencional (como algunas previsiones pueden haber supuesto erróneamente) puede haber influido en sus decisiones. Otras posibles razones que se alegan en el sector para explicar el retraso en la adopción de las primeras decisiones finales de inversión relativas a las instalaciones de producción de combustibles de aviación sintéticos pueden estar relacionadas con la falta de claridad sobre cualquier posible apoyo público para ayudar a reducir el riesgo de las decisiones de los pioneros en el lado de la demanda o la oferta, y con la incertidumbre sobre la envergadura de los regímenes nacionales de sanciones aún no adoptados por los Estados miembros⁴⁶.

Las partes interesadas no han podido demostrar cómo un mercado virtual podría ayudar a solventar estos obstáculos financieros y comerciales y cómo podría estimular la producción de CAS más que el marco político ya existente. Es necesario realizar un atento seguimiento del mercado y de la eficacia de las medidas de apoyo. Puede considerarse la posibilidad de conceder más apoyo público para reducir el riesgo de las inversiones de los pioneros (tanto en el lado de la demanda como en el de la oferta) para desbloquear el actual estancamiento de las inversiones.

4.2.2.2 Posición de mercado de los proveedores de combustible de aviación

Varios operadores de aeronaves han expresado su preocupación por la posición de mercado de los proveedores de combustible de aviación en los aeropuertos de la Unión y su capacidad para imponer porcentajes de CAS mezclados superiores a los exigidos por el Reglamento ReFuelEU Aviation o para imponer precios considerablemente más elevados para los combustibles de aviación (con o sin suministro de mezclas de CAS). Estos operadores de aeronaves alegan que el elevado nivel de concentración (y, en algunos casos, el carácter monopolístico del mercado del combustible de aviación), combinado con la obligación legal de repostar⁴⁷, los obliga a mantener relaciones comerciales desiguales con los proveedores de combustible de aviación, lo que da lugar a precios más elevados de los CAS mezclados. Algunos de estos operadores de aeronaves ven la implantación de un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS como una oportunidad para reducir su actual dependencia de los proveedores locales de combustible de aviación y mejorar así el equilibrio en el poder de negociación entre los dos grupos de operadores económicos.

La Comisión solo pudo recopilar información indirecta sobre un pequeño número de aeropuertos en dos Estados miembros, en los que solo operan uno o dos proveedores de combustible de aviación y en los que los acuerdos entre las entidades gestoras de aeropuertos y los proveedores de combustible de aviación podrían haber generado tal situación. Sin embargo, no está claro cómo

⁴⁶ En ausencia de un mercado de combustibles de aviación sintéticos, el precio y el nivel hipotéticos de las sanciones deben calcularse sobre la base de una estimación ascendente de los costes de producción. Estos costes pueden ser hasta cuatro veces superiores en función de las hipótesis. Esto significa que los inversores aún no saben cuál sería el efecto que las sanciones podrían tener realmente en las decisiones financieras.

⁴⁷ Artículo 5 del Reglamento ReFuelEU Aviation.

un mecanismo de contabilización de CAS podría mitigar estas preocupaciones, dado que los operadores de aeronaves están obligados, en cualquier caso, en virtud del artículo 5 del Reglamento ReFuelEU Aviation, a abastecerse de una cantidad mínima de combustible de aviación cuando salen de un aeropuerto de la Unión y, por tanto, ya están obligados a abastecerse de combustibles de aviación físicos en dicho aeropuerto. En cualquier caso, todos los participantes en el mercado (incluidos los operadores de aeronaves) tienen derecho a informar a las autoridades (por ejemplo, a la Comisión y a las autoridades nacionales reguladoras y de competencia) de cualquier comportamiento en el mercado de otros participantes que consideren que infringe la legislación nacional o de la Unión en materia de competencia, también en relación con la obligación de repostar cantidades mínimas con arreglo al artículo 5.

Las entidades gestoras de aeropuertos de la Unión deben cumplir su obligación en virtud del artículo 6, apartado 1, del Reglamento ReFuelEU Aviation de facilitar a los operadores de aeronaves el acceso a combustibles de aviación que contengan porcentajes mínimos de CAS. Si una entidad gestora de un aeropuerto de la Unión incumple esa obligación (ya sea bloqueando el suministro de CAS mezclados o imponiendo el suministro de niveles de mezcla superiores a la obligación legal), los operadores de aeronaves, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 6, apartado 2, del Reglamento ReFuelEU Aviation, podrán notificar a las autoridades competentes sus dificultades para acceder a combustibles de aviación que contengan los porcentajes mínimos de CAS exigidos por el Reglamento ReFuelEU Aviation.

4.2.3 Mayor transparencia y solidez de las solicitudes, también para el mercado voluntario

Los operadores de aeronaves y las entidades gestoras de aeropuertos de la Unión han puesto de relieve la falta de transparencia en relación con el suministro de CAS mezclados en el mercado de la Unión. Afirman que tienen dificultades para recopilar la documentación pertinente necesaria para solicitar los beneficios asociados al uso de CAS e incluso para recopilar documentación que demuestre que se les están suministrando CAS mezclados. Sostienen que esta falta de transparencia puede reducir la eficiencia de los incentivos previstos para el uso de CAS en virtud de la legislación vigente de la Unión.

El artículo 9, apartado 2, del Reglamento ReFuelEU Aviation exige a los proveedores de combustibles de aviación que faciliten de forma gratuita la información que necesitan los operadores de aeronaves para cumplir sus obligaciones de notificación en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation o en virtud de un régimen de gases de efecto invernadero (por ejemplo, el RCDE UE o el CORSIA de la OACI). Esta información incluye la cantidad de CAS y el tipo de CAS suministrados. La UDB, creada en virtud del artículo 31 *bis* de la DER, podría facilitar la transparencia y la trazabilidad de las transacciones y el consumo de CAS en el mercado. Además, en un contexto en el que la industria está pasando de utilizar principalmente un único producto (combustible de aviación convencional) a utilizar diversos productos (CAS), la trazabilidad de dichos productos a lo largo de toda la cadena de valor también garantiza un uso seguro.

Varios operadores de aeronaves han solicitado que el requisito de trazabilidad de los combustibles sostenibles se extienda al mercado voluntario. Sostienen que un sistema centralizado de la UE que registre el suministro obligatorio y voluntario de CAS aumentaría la confianza de los operadores

económicos y los ciudadanos en el mercado de los CAS. También alegan que podría promover no solo el cumplimiento de los porcentajes obligatorios, sino también el suministro de CAS mezclados por encima de los porcentajes mínimos del Reglamento ReFuelEU Aviation. El mercado voluntario de los CAS mezclados está estrechamente relacionado con las emisiones de alcance 3⁴⁸ de las empresas que utilizan servicios de aviación. Su disposición a pagar una prima por el uso de CAS mezclados puede depender en gran medida de la transparencia y la solidez del mercado voluntario de los CAS.

4.2.4 Permitir la negociación virtual de certificados de sostenibilidad de CAS a través de un mecanismo de contabilización de CAS

Muchos operadores de aeronaves (en particular en los sectores del transporte de carga y la aviación general y los operadores de aviación de larga distancia⁴⁹) están dispuestos a aprovechar el impulso generado por las primeras fases de evolución del mercado de los CAS para establecer un sistema de negociabilidad de CAS —o un mecanismo de contabilización de CAS— a fin de hacer posible un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS que podría compartir algunas características similares con los mercados permitidos en virtud de la DER en algunos Estados miembros para biocombustibles terrestres o electricidad verde [por ejemplo, el sistema *Hernieuwbare brandstofeenheden* («HBE»)⁵⁰ en los Países Bajos]. Sin embargo, las partes interesadas han destacado que este mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS no solo debe crearse para el lado de la oferta (por ejemplo, los proveedores de combustible de aviación), sino que también debe cubrir el lado de la demanda (por ejemplo, los operadores de aeronaves). Así pues, los operadores de aeronaves podrían solicitar, con arreglo a la legislación pertinente de la Unión, los beneficios por el uso de CAS basándose estrictamente en la compra de certificados de sostenibilidad de CAS e independientemente del lugar en el que se entreguen físicamente los CAS mezclados.

Las partes interesadas mencionadas en el apartado anterior alegan que un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS crearía un mercado de CAS más amplio que el actual. Cualquier operador de aeronaves podría adquirir cualquier volumen de CAS suministrado en la Unión, independientemente del lugar de la Unión en el que opere. Sostienen que tal mercado aumentaría la competencia y, por lo tanto, podría reducir los precios de los CAS y aumentar su producción. El sistema de balance de masa, que ofrece flexibilidad para el suministro y la utilización de CAS mezclados en los aeropuertos de la Unión, ya está mejorando la situación en gran parte del mercado de la aviación de la Unión. Sin embargo, los operadores de aeronaves alegan que a menudo solo dependen de unos pocos proveedores de combustible de aviación (o incluso solo de uno) en cada aeropuerto. Esto restringe en gran medida el poder de mercado de los operadores de aeronaves y su capacidad para aumentar las compras de CAS mezclados a precios más bajos. La encuesta sobre aeropuertos de Guidehouse reveló que el 43 % de los aeropuertos encuestados habían comunicado que dos o menos proveedores de combustible de aviación operaban en sus instalaciones.

⁴⁸ <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/FAQ.pdf>.

⁴⁹ Compañías aéreas con un gran número de rutas que vuelan fuera del ámbito del EEE y del RCDE UE.

⁵⁰ <https://www.emissionsauthority.nl/topics/general---energy-for-transport/renewable-energy-units>.

En general, las entidades gestoras de aeropuertos tienden a apoyar la idea de crear un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS. Sin embargo, tienen puntos de vista muy diferentes sobre el alcance y las características de un mercado virtual de este tipo. Hacen hincapié en dos cuestiones principales.

- La gran mayoría de las entidades gestoras de aeropuertos de la Unión y las que tienen la intención de optar por participar están plenamente comprometidas con la descarbonización del sector. Por consiguiente, están trabajando para garantizar un suministro permanente de CAS mezclados en sus instalaciones, aunque solo sea virtual.
- A los aeropuertos más pequeños y regionales les preocupa que permitir la negociación virtual pueda llevar a los proveedores de combustible de aviación a decidir concentrar todo su suministro en los centros de operaciones más grandes mientras los CAS sigan escaseando. Alegan que dicho mercado virtual podría poner a los aeropuertos secundarios en una situación de desventaja competitiva en comparación con los centros de operaciones más grandes, en lo que respecta a la capacidad de atraer a operadores de aeronaves interesados en utilizar elevados porcentajes de CAS mezclados.

Los proveedores de combustible de aviación suelen ser menos claros con respecto al posible mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS, pero, por lo general, no expresan su oposición. Algunos compartieron su preocupación por la implantación potencialmente compleja de un mercado virtual regulado de CAS y pidieron soluciones más sencillas y directas.

Existe un amplio espectro de posibles características, requisitos e instrumentos técnicos necesarios para la implantación de un mercado virtual regulado de este tipo, especialmente si la intención es cubrir tanto el lado de la oferta como el de la demanda. Cabe señalar que no existe en ningún lugar del mundo un mercado virtual regulado de certificados de sostenibilidad en el lado de la demanda para ningún tipo de uso de energía. Aunque el sector privado ya ha empezado a estudiar sistemas similares para los volúmenes voluntarios, ninguno de ellos abarca la escala y la complejidad necesarias para cubrir tanto el lado de la oferta como el de la demanda de un mercado tan grande como el de la aviación de la UE, y con carácter regulado y no meramente voluntario.

Muchas de las preocupaciones que las partes interesadas (en particular, los operadores de aeronaves) comparten, que esperan que se aborden y mitigen mediante la implantación de un mecanismo de contabilización de los CAS en la UE, parecen estar relacionadas con cuestiones de trazabilidad y no con la negociabilidad como tal. La Comisión aún no ha obtenido pruebas de que la negociación virtual de certificados de sostenibilidad de CAS sea un factor decisivo para aumentar realmente la producción en la UE, mejorar la disponibilidad física de CAS mezclados en toda la UE o reducir sus precios. Además, el impacto de este mercado virtual (en particular en el lado de la demanda) requeriría una evaluación más detallada de varios actos legislativos de la UE y sus correspondientes transposiciones nacionales [por ejemplo, la DER, el RCDE UE, el Reglamento ReFuelEU Aviation y la Directiva (UE) 2024/1788⁵¹ (Directiva sobre el gas)]. Por ejemplo, el RCDE UE no permite a los operadores de aeronaves declarar el uso de CAS mezclados si no se les entregan físicamente.

⁵¹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1788>.

Como ya se ha explicado en el capítulo 3, los proveedores de combustible de aviación no han manifestado ninguna intención ni han mostrado ningún signo de intentar activamente suministrar CAS mezclados a solo un número limitado de aeropuertos en esta fase, y están obligados a abastecer a todos a partir de 2035. Además, la mayoría de las entidades gestoras de aeropuertos están trabajando activamente para facilitar el acceso a CAS mezclados en sus instalaciones. Los posibles cuellos de botella debidos a la falta de instalaciones de mezcla cerca de las refinerías y las redes de transporte de combustible pueden suprimirse mejor y de manera más eficiente brindando apoyo administrativo y financiero en lugar de mediante la creación de un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de los CAS. Los posibles efectos negativos de la conducta anticompetitiva de los participantes en el mercado pueden mitigarse mejorando la transparencia del mercado y mediante la intervención de las autoridades de competencia pertinentes.

Los efectos positivos de un mercado virtual en el precio siguen siendo inciertos en este nuevo mercado de bajo volumen. Este mercado virtual podría tener efectos negativos en las compañías aéreas más pequeñas y en los aeropuertos regionales, que no podrían competir por el limitado suministro actual de CAS mezclados. Además, un mercado virtual podría atraer a nuevos intermediarios y dar lugar a la aparición de un mercado secundario dominado por unos pocos inversores que podrían aprovechar los beneficios de las economías de escala sin transferirlos necesariamente a los operadores de aeronaves. Estos intermediarios podrían dificultar más a los proveedores de combustible de aviación la adquisición de los porcentajes de CAS que necesitan para cumplir sus obligaciones en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation. También podrían establecerse en una posición fuerte durante las primeras fases del nuevo mercado y excluir a futuros participantes en el mercado, sin dejar espacio para nuevos proveedores de combustible de aviación en los aeropuertos y sin alcanzar el objetivo de una competencia más amplia en el suministro de CAS mezclados en los aeropuertos que exigen los operadores de aeronaves.

5 Posibles mejoras y medidas adicionales al mecanismo de flexibilidad de los CAS

Las opciones de flexibilidad estudiadas en este capítulo tienen por objeto abordar los riesgos y preocupaciones que se señalan en el capítulo 4 para todas las partes interesadas, respetando al mismo tiempo los objetivos del Reglamento ReFuelEU Aviation. El objetivo no solo es facilitar el suministro y la utilización de CAS durante el período de flexibilidad (2025-2034), sino también preservar los beneficios medioambientales de la normativa de la UE y unas condiciones de competencia equitativas para los operadores en toda la Unión y a nivel mundial, así como apoyar al sector del suministro de combustibles de aviación en la preparación de su cadena de suministro para cumplir la obligación de suministro físico de CAS mezclados en todos los aeropuertos de la Unión a partir de 2035. A tal fin, este capítulo se centra en i) posibles mejoras relacionadas con la trazabilidad de los CAS y sus certificados de sostenibilidad, y ii) los efectos de la posible negociabilidad virtual de dichos certificados.

5.1 Posibles mejoras mediante cambios en la base de datos de biocombustibles de la Unión (UDB)

La UDB, creada en virtud del artículo 31 *bis* de la DER, garantiza la transparencia del mercado, la trazabilidad y la seguridad en la cadena de suministro de los combustibles renovables y los combustibles hipocarbónicos, mitigando los riesgos de irregularidades, fraude y doble cómputo relacionados con dichos combustibles y apoyando así los esfuerzos por cumplir los ambiciosos objetivos de descarbonización de la UE. A escala mundial, el sistema hace un seguimiento, transacción por transacción, de los combustibles que se suministran en el mercado de la Unión desde el punto de origen de las materias primas hasta el punto en que se despachan al consumo final en el mercado de la Unión. Desde el 15 de enero de 2024, la UDB está abierta para que los operadores económicos pertinentes registren en línea las transacciones de biocombustibles en la Unión. Se ampliará a otros tipos de combustibles admisibles en virtud de la Directiva sobre fuentes de energía renovables y la Directiva sobre el gas, abarcando de manera eficaz todos los tipos de combustibles admisibles en el marco del Reglamento ReFuelEU Aviation. En particular, el artículo 31 *bis* de la Directiva sobre fuentes de energía renovables obliga a la Comisión a establecer la UDB a más tardar el 21 de noviembre de 2024 para permitir el seguimiento de todos los combustibles renovables y los combustibles de carbono reciclado. Además, el artículo 9, apartado 11, de la Directiva sobre el gas exige el seguimiento de los combustibles hipocarbónicos a través de la UDB.

El artículo 10, letra d), del Reglamento ReFuelEU Aviation exige a los proveedores de combustible de aviación que notifiquen el contenido de compuestos aromáticos y naftalenos en porcentaje en volumen y de azufre en porcentaje en masa en el combustible de aviación suministrado por lote, por aeropuerto de la Unión y a escala de la Unión. Este requisito implica que los proveedores de combustible de aviación deben, como parte de su notificación a la UDB, facilitar una referencia a los certificados de calidad recibidos en el punto de producción o mezcla del combustible de aviación convencional (o certificado equivalente) y una copia de ellos, de modo que puedan demostrar la autenticidad de la información notificada tanto para los lotes de combustibles fósiles como para los de CAS mezclados. Este requisito contribuye también a

garantizar la seguridad del uso de dichos combustibles, pero la obligación de notificación implica, a su vez, que no existe la obligación de volver a someter a pruebas los lotes mezclados en los lugares de entrega, ya que la información codificada en la UDB con los certificados debería ser suficiente para demostrar la calidad del combustible suministrado de conformidad con el considerando 30 del Reglamento ReFuelEU Aviation.

El actual diseño de la UDB ya ofrece una valiosa trazabilidad a todas las partes interesadas pertinentes, pero se podrían abordar y mitigar sus preocupaciones realizando mejoras adicionales en la base de datos.

5.1.1 Ampliar la trazabilidad de los CAS a los operadores de aeronaves

La trazabilidad de los CAS en la UDB finaliza actualmente cuando los proveedores de combustible de aviación despachan los CAS a consumo en los aeropuertos de la Unión. El sistema no rastrea la identidad de los compradores (en este caso, los operadores de aeronaves). De conformidad con el artículo 9, apartados 2 y 3, del Reglamento ReFuelEU Aviation, los proveedores de combustible de aviación están obligados a facilitar gratuitamente información pertinente y exacta relativa a todos los combustibles de aviación suministrados a los operadores de aeronaves. Esto mejora la capacidad de los operadores de aeronaves para ver los volúmenes de CAS que se les suministran. No obstante, el proceso de intercambio de información se podría racionalizar y hacer más eficiente para proporcionar fácilmente información exacta en tiempo real sobre las transacciones de CAS entre los proveedores de combustible de aviación y los operadores de aeronaves en relación con los certificados de sostenibilidad y calidad del combustible facilitados que demuestran la autenticidad de la información comunicada.

La falta de visibilidad en tiempo real de las entregas de CAS mezclados que sufren los operadores de aeronaves constituye un obstáculo importante para aumentar la utilización de CAS. También hace que resulte más difícil aplicar y hacer cumplir correctamente el Reglamento. Agrandar el ámbito de aplicación de la UDB para ampliar la trazabilidad de los CAS a los consumidores finales (es decir, los operadores de aeronaves) podría proporcionar a las partes interesadas información exacta. Esto mejoraría su capacidad para informar sobre los combustibles suministrados y contabilizarlos, evitando así el riesgo de duplicación de solicitudes, irregularidades y fraude, y facilitando el cumplimiento y la ejecución. Esto también podría facilitar la transferencia de documentos pertinentes para reclamar beneficios por el uso de CAS en el marco de regímenes de reducción de GEI como el RCDE UE, en consonancia con el artículo 9 del Reglamento ReFuelEU Aviation. Esta trazabilidad ampliada también apoyaría la notificación y verificación de los volúmenes de CAS adquiridos y declarados en el marco de la taxonomía de la UE o de la etiqueta de emisiones de vuelo.

5.1.2 Ampliar la cobertura de la UDB a los volúmenes voluntarios de suministro de CAS

El suministro voluntario de CAS se refiere a los volúmenes de CAS suministrados a aeropuertos de la Unión que no son declarados por los proveedores de combustible de aviación a efectos del cumplimiento legal de las obligaciones de suministro de CAS en el marco del Reglamento ReFuelEU Aviation. Algunos operadores de aeronaves, por lo general las compañías aéreas de

transporte de carga y de aviación de negocios, han expresado la importancia de diferenciar el suministro de CAS voluntario del obligatorio para aquellos de sus clientes que deseen reducir sus emisiones indirectas al utilizar servicios de vuelo de los operadores de aeronaves (es decir, sus emisiones de alcance 3). Los operadores de aeronaves alegan que dichos clientes están interesados a pagar el coste de la prima de los CAS y están dispuestos a hacerlo, siempre que los volúmenes de CAS se suministren por encima de los porcentajes mínimos exigidos en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation. Se espera que la capacidad de producción de CAS supere los volúmenes mínimos requeridos en los primeros años de aplicación del Reglamento, por lo que el mercado voluntario puede desempeñar un papel importante en el desarrollo del mercado.

En la actualidad, la UDB no distingue entre volúmenes de CAS mezclados voluntarios y obligatorios, lo que hace que los operadores de aeronaves no puedan verificar en la UDB si se utilizaron volúmenes específicos de CAS para cumplir las obligaciones del proveedor. Sin embargo, en algunos casos, los operadores de aeronaves necesitan esta información para satisfacer las solicitudes de aquellos de sus clientes que estarían dispuestos a pagar primas adicionales por volúmenes de CAS mezclados⁵². Actualmente, los operadores de aeronaves dependen de que los proveedores de combustible de aviación quieran facilitarles esta información, que probablemente no esté verificada por ninguna autoridad. Por lo tanto, los clientes de los operadores de aeronaves dependen totalmente de la integridad de los operadores de aeronaves y de los proveedores de combustible de aviación con los que tratan. Los operadores de aeronaves explican que esta actual falta de seguimiento y certificación está haciendo que los clientes estén menos dispuestos a comprar volúmenes adicionales de CAS mezclados.

Permitir a los proveedores de combustible de aviación diferenciar entre volúmenes voluntarios y obligatorios de CAS mezclados en la UDB podría aumentar la confianza del sector y de los clientes en el mercado voluntario y podría incrementar su utilización, ya que facilitaría la reducción de las emisiones de alcance 3 por parte de terceros operadores económicos⁵³. Esta mejora de la UDB respondería a una de las peticiones más comunes de las partes interesadas. Podría i) centralizar la identificación y notificación de todos los volúmenes de CAS dentro de un único sistema a través de la UDB, ii) aumentar potencialmente los volúmenes de CAS mezclados suministrados y adquiridos en el mercado de la Unión y iii) apoyar la notificación y la verificación por parte de las autoridades nacionales competentes.

Es importante señalar que los operadores de aeronaves y sus clientes siempre deben utilizar esta información de conformidad con otras normas pertinentes de notificación de GEI y con el Derecho de la Unión, incluidas las normas para evitar el doble cómputo.

⁵² A menudo con el fin de reducir sus emisiones de alcance 3 (<https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol>).

⁵³ De conformidad con el Protocolo de GEI para la Contabilidad de Proyectos (<https://ghgprotocol.org/project-protocol>).

5.1.3 Ampliar la trazabilidad de la UDB a los combustibles admisibles del CORSIA⁵⁴ en el marco del RCDE UE

Se prevé que la UDB abarque la trazabilidad de todos los combustibles admisibles en virtud del Reglamento ReFuelEU Aviation. Sin embargo, la UDB no cubre actualmente los combustibles admisibles en el CORSIA que los operadores de aeronaves pueden declarar en el marco del régimen para sus vuelos internacionales fuera del EEE. El CORSIA pide a los operadores de aeronaves que demuestren la reducción de las emisiones de GEI del combustible admisible en el CORSIA que declaran, facilitando copias de las facturas de compra de dicho combustible y sus certificados. Sin una herramienta informática adecuada para hacer un seguimiento de los combustibles admisibles en el CORSIA que se suministran a los operadores de aeronaves, puede resultar complicado desde el punto de vista administrativo justificar sus solicitudes una vez que aumenten los volúmenes de dichos combustibles. Esto podría crear riesgos de fraude y de doble cómputo para el mismo lote de combustible en el marco de más de un régimen de GEI (por ejemplo, el RCDE UE o el CORSIA).

El CORSIA se aplica en el Derecho de la UE a través del RCDE UE. Los operadores de aeronaves que dispongan de un certificado de operador aéreo o equivalente expedido por la UE o cualquiera de sus Estados miembros ya deben notificar su cantidad anual de emisiones en rutas internacionales (dentro y fuera del EEE) a sus autoridades nacionales competentes. También deben demostrar el uso de combustibles admisibles en el CORSIA certificados con arreglo a las normas y métodos recomendados del CORSIA y los actos de ejecución conexos. La opción de ampliar la trazabilidad de estos combustibles en la UDB cuando se suministren en la Unión podría facilitar tanto la notificación de los operadores de aeronaves de la Unión como la utilización generalizada de CAS de mayor calidad, ya que sería más fácil demostrar el mayor nivel de reducción de las emisiones de GEI en cada lote adquirido de combustible admisible en el CORSIA. Ampliar la trazabilidad de la UDB a los combustibles admisibles en el CORSIA también garantizaría el uso seguro de dichos combustibles.

5.2 Posibles mejoras mediante la implantación de un mecanismo de contabilización de CAS

Como se ha descrito anteriormente, un mecanismo de contabilización de CAS puede implicar diferentes opciones y parámetros de diseño posibles. Por lo tanto, la Comisión contrató a Guidehouse para evaluar las diferentes opciones posibles. Esta sección se basa en el análisis descrito detalladamente en la sección 8.2 del estudio de apoyo de Guidehouse. Las siguientes hipótesis se aplican a cada una de las opciones posibles para un mecanismo de contabilización de CAS.

- El ámbito de aplicación del mecanismo es el mismo que el del Reglamento ReFuelEU Aviation (por ejemplo, jurídico, geográfico, de combustibles admisibles, definiciones de las partes interesadas, etc.).
- Los volúmenes físicos vinculados a los certificados de sostenibilidad de los CAS negociados virtualmente deben suministrarse físicamente a un aeropuerto de la Unión como CAS mezclados.

⁵⁴ <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>.

- Los certificados de sostenibilidad de los CAS solo pueden ser declarados una vez por los proveedores de combustible de aviación con el fin de cumplir las obligaciones del Reglamento ReFuelEU Aviation y de la Directiva sobre fuentes de energía renovables. Del mismo modo, los certificados de sostenibilidad de los CAS solo pueden ser declarados una vez por los operadores de aeronaves en el marco de regímenes de GEI o de apoyo financiero.
- La UDB puede incorporar un mecanismo de contabilización de CAS que permita la negociación virtual de certificados de sostenibilidad de CAS.

5.2.1 Efectos en el Reglamento ReFuelEU Aviation

Un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS implantado dentro de los límites legales del Reglamento ReFuelEU Aviation podría permitir a los proveedores de combustible de aviación con un acceso insuficiente a los CAS cumplir sus obligaciones comprando certificados virtuales de sostenibilidad de CAS a otros proveedores de combustible de aviación con un suministro mayor del que necesitan. Por lo tanto, los operadores de aeronaves también podrían adquirir certificados virtuales de sostenibilidad de CAS de proveedores de combustible de aviación en el mercado virtual. Sin embargo (como se destaca en la siguiente sección sobre las repercusiones en el RCDE UE), los operadores de aeronaves podrían tener una capacidad muy limitada para utilizar certificados virtuales de sostenibilidad de CAS con arreglo al Derecho de la Unión. En la sección 8.2 del estudio de apoyo de Guidehouse se presentan varias opciones de diseño para un mecanismo de contabilización de CAS de este tipo.

Con un mecanismo de contabilización de CAS, la obligación de todos los proveedores de combustible de aviación de suministrar volúmenes físicos de CAS mezclados a los aeropuertos de la Unión se eliminaría durante el período de flexibilidad, ya que en su lugar podrían utilizar certificados virtuales de sostenibilidad de CAS. Este enfoque es similar a la flexibilidad que permite la Directiva sobre fuentes de energía renovables para los proveedores de combustible y los combustibles sostenibles para el transporte por carretera (como se menciona en el capítulo 4). Los proveedores de combustible de aviación que se enfrenten a dificultades en la producción o adquisición de CAS y CAS mezclados tendrían diez años para mejorar su cadena de suministro y cumplir físicamente los requisitos de porcentajes mínimos a partir de 2035.

Un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS implantado en el marco del Reglamento ReFuelEU Aviation podría permitir a los operadores de aeronaves declarar los certificados virtuales adquiridos con la etiqueta de emisiones de vuelo. Los operadores de aeronaves también podrían aprovechar los certificados virtuales para adquirir volúmenes voluntarios de CAS en el mercado y venderlos a clientes dispuestos a reducir sus emisiones de alcance 3. No obstante, parece que el uso de tales certificados virtuales se limita a los operadores de aeronaves y, por lo tanto, estos podrían estar menos dispuestos a adquirirlos.

Sin embargo, este mercado virtual podría concentrar geográficamente las existencias físicas de CAS en unos pocos aeropuertos situados cerca de las instalaciones de producción y mezcla que, como se indica en el capítulo 2, se encuentran principalmente en los Estados miembros occidentales y septentrionales. El estudio de apoyo también concluye que un mecanismo de contabilización de CAS de este tipo podría retrasar la inversión en el desarrollo de la cadena de

suministro de CAS de la Unión, ya que no habría incentivos para que los proveedores de combustible de aviación transportaran o produjeran CAS en toda la Unión durante el período de flexibilidad. Esto podría enviar una señal equivocada al sector, que debe preparar su cadena de suministro para poder suministrar un porcentaje mínimo del 20 % de CAS a todos los aeropuertos de la Unión de aquí a 2035. Esta preocupación también es compartida por algunas entidades gestoras de aeropuertos de la Unión, que desean que la producción y el suministro de CAS se desarrollen en toda la Unión con el fin de preservar unas condiciones de competencia equitativas para las partes interesadas del sector y los Estados miembros de la Unión. La concentración geográfica de CAS mezclados que solo se suministran a aeropuertos cercanos a instalaciones de producción privaría a una parte significativa del territorio de la Unión de los beneficios no relacionados con el CO₂ que puede ofrecer el uso de CAS, en lo que respecta a la calidad del aire alrededor de los aeropuertos y a la reducción de las estelas de condensación en determinadas rutas aéreas.

Los efectos beneficiosos que un mecanismo de contabilización de CAS produciría en los precios de los CAS mezclados para todos los operadores de aeronaves y en todas las regiones de la UE siguen sin estar claros. El argumento de que un mercado virtual de certificados daría lugar a una reducción de las emisiones y de los costes de transporte de los CAS no se ha corroborado. Los costes de transporte adicionales dependen únicamente de la distancia entre el lugar en el que los CAS se producen o se importan a la Unión y las instalaciones de mezcla. El estudio de apoyo de Guidehouse demuestra que esta preocupación debería disminuir con el tiempo debido al desarrollo del sector de los CAS. A partir del punto de mezcla, el transporte es idéntico al de los combustibles de aviación convencionales y no debe generar un gran aumento de los costes logísticos.

Además, facilitar la negociación virtual de CAS podría disuadir de desarrollar la capacidad industrial nacional, en particular para los CAS emergentes, como los biocombustibles avanzados y los combustibles sintéticos, utilizando al mismo tiempo el período de flexibilidad para salvaguardar los beneficios del sector. Sin embargo, este período es de vital importancia para desarrollar la capacidad industrial de la Unión para la producción de CAS. Una vez producidos a escala y en cantidades suficientes, su comercio en la Unión no sería un obstáculo.

En cuanto a los volúmenes voluntarios, no hay nada en el Reglamento ReFuelEU Aviation que impida a los proveedores de combustible de aviación vender virtualmente su excedente de CAS por encima del mínimo obligatorio a los clientes interesados para cualquier uso que no sea legalmente obligatorio y que respete el marco jurídico actual. Se están llevando a cabo algunas iniciativas privadas. La Comisión supervisará la evolución de estas iniciativas y evaluará su conformidad con la legislación de la Unión. Un mercado virtual sólido y transparente de volúmenes voluntarios de CAS mezclados que pueda ayudar a los clientes a reducir sus emisiones de alcance 3 (en particular si se les puede hacer un seguimiento completo a través de la UDB) podría reforzar la confianza del público en general en la descarbonización de la aviación y reducir los riesgos de blanqueo ecológico sin necesidad de una mayor intervención reguladora.

Los proveedores de combustible de aviación no han manifestado ninguna preocupación en relación con sus obligaciones de suministro que justifique la implantación de este mercado virtual por ley durante el período de flexibilidad. Los proveedores de combustible de aviación ya son libres,

dentro del marco normativo actual, de comerciar con volúmenes físicos de CAS y de CAS mezclados entre sí antes de suministrarlos al mercado.

5.2.2 Efectos en otros actos legislativos pertinentes

5.2.2.1 Directiva (UE) 2018/2001, sobre fuentes de energía renovables

La Directiva sobre fuentes de energía renovables permite a los Estados miembros conceder cierta flexibilidad a sus proveedores de combustible para cumplir sus obligaciones mediante la compra de bonos de cumplimiento. Sin embargo, los certificados virtuales de sostenibilidad de los CAS que se negocian a escala internacional no serían reconocidos por las autoridades competentes de los Estados miembros, ya que el suministro debe realizarse dentro de las fronteras de un Estado miembro determinado. Esto significa que los proveedores de combustible de aviación que decidan cumplir las obligaciones del Reglamento ReFuelEU Aviation de manera virtual no podrían utilizar dichos certificados virtuales para cumplir los objetivos nacionales de la Directiva sobre fuentes de energía renovables.

5.2.2.2 Directiva 2003/87/CE (RCDE UE)

La aviación forma parte del RCDE UE desde 2012. En el marco del RCDE UE, los operadores de aeronaves supervisan, notifican y verifican (SNV) las emisiones de los vuelos efectuados dentro del ámbito geográfico del RCDE UE. Por lo tanto, los operadores de aeronaves deben entregar derechos de emisión de la Unión para cubrir todas estas emisiones. El sistema SNV se basa en el abastecimiento físico y el consumo real de todos los tipos de combustible —incluidos los CAS— y en un sistema de balance de masa (incluido el principio de proporcionalidad) si no puede determinarse el abastecimiento físico de determinados combustibles (por ejemplo, en caso de infraestructuras interconectadas, como los sistemas de gasoductos/oleoductos). Esto significa que actualmente los operadores de aeronaves no pueden solicitar certificados virtuales de sostenibilidad de CAS en el marco del régimen.

Permitir el suministro virtual de CAS en el marco del Reglamento ReFuelEU Aviation sin permitir a los operadores de aeronaves solicitar certificados virtuales en el marco del RCDE UE podría generar nuevas e importantes distorsiones de la competencia en el mercado de la Unión. Por una parte, los operadores de aeronaves que operen desde aeropuertos de la Unión en los que solo se dispone de certificados virtuales no podrían reclamar ningún beneficio en el marco del RCDE UE, mientras que, por otra parte, los operadores de aeronaves que operen desde aeropuertos de la Unión en los que se suministran físicamente CAS mezclados tendrán la oportunidad de reclamar los beneficios de utilizar CAS en el marco del RCDE UE y se beneficiarán de una reducción de los costes debido a la entrega de derechos de emisión de la Unión y la ayuda adicional para el abastecimiento de combustibles admisibles. Sin un mecanismo sólido para hacer un seguimiento de los certificados de sostenibilidad de los CAS hasta el consumidor final, también aumentarían considerablemente los riesgos de fraude con proveedores de combustible de aviación que podrían vender certificados de sostenibilidad de CAS dos veces a diferentes operadores de aeronaves, una en el lugar de suministro virtual y otra en el aeropuerto de suministro físico.

La consulta a las partes interesadas reveló que la mayoría de los operadores económicos tanto del lado de la demanda (por ejemplo, los operadores de aeronaves) como del lado de la oferta (por

ejemplo, los proveedores de combustible de aviación) consideran que la capacidad de los operadores de aeronaves para solicitar el uso de certificados virtuales de sostenibilidad de CAS es un requisito primordial para la implantación y el buen funcionamiento de un mecanismo de contabilización de los CAS que permita la negociación virtual de dichos certificados en la Unión. La implantación de este mecanismo en el marco de ReFuelEU Aviation por sí sola limitaría los beneficios del mercado virtual estrictamente al lado de la oferta y podría crear incoherencias en el Derecho de la Unión.

6 Conclusiones y recomendaciones

6.1 Evaluación de la evolución de la producción y el suministro de CAS en el mercado del combustible de aviación de la Unión

La reciente evolución del mercado de los CAS de la Unión permite concluir, en esta fase inicial, que el actual mecanismo de flexibilidad de los CAS de diez años, unido al reciente aumento de la capacidad de producción de CAS en la Unión, es adecuado para garantizar la disponibilidad y el suministro de los porcentajes mínimos de CAS mezclados en un gran número de aeropuertos de la Unión entre 2025 y 2035, e indudablemente para los biocombustibles de aviación. También permite al sector realizar las inversiones tecnológicas y logísticas necesarias para mejorar la cadena de suministro y garantizar que se suministren los porcentajes mínimos de aquí a 2035 a todos los aeropuertos de la Unión.

No obstante, la Comisión seguirá apoyando y creando las condiciones adecuadas para que los productores de combustible de aviación inviertan en CAS de tres maneras.

- Mantendrá la seguridad jurídica en relación con las obligaciones de suministro de porcentajes mínimos de CAS del Reglamento ReFuelEU Aviation en 2030 y años posteriores. La Comisión considera que tanto el objetivo relativo a los CAS como los objetivos secundarios relativos a los combustibles de aviación sintéticos para 2030 y 2035 establecidos por el Reglamento son realistas, proporcionados y cruciales para alcanzar los objetivos del paquete de medidas «Objetivo 55» y del Plan del Objetivo Climático para 2040⁵⁵, recientemente publicado.
- Aplicará las medidas de apoyo mencionadas en el capítulo 2 del presente informe de la manera más sencilla, justa y eficiente en términos de costes.
- Seguirá instando a los Estados miembros a que adopten lo antes posible legislación nacional que defina las normas relativas a las sanciones del Reglamento⁵⁶ y no dudará en tomar medidas en caso necesario. La AESA publicó recientemente su informe sobre el estado del mercado de los CAS en la UE en 2023. El informe describe la metodología para determinar los precios de los combustibles de aviación. El nivel de las sanciones establecido en el artículo 12 del Reglamento ReFuelEU Aviation es lo suficientemente claro, proporcionado y disuasorio como para facilitar un nivel coherente y armonizado de sanciones en todo el mercado interior.

La Comisión hará un seguimiento de la evolución del sector de los combustibles de aviación sostenibles y, en particular, del desarrollo de los proyectos de producción de biocombustibles de aviación avanzados y combustibles de aviación sintéticos en toda la Unión. La Comisión es consciente de que los productores de combustible de aviación (en particular, los productores de combustibles fósiles de aviación) aún no han puesto en marcha las inversiones necesarias para la ampliación de las plantas de producción de combustibles de aviación sintéticos. La Comisión

⁵⁵ *Impact assessment on a 2040 Climate Target* [«Evaluación de impacto sobre un objetivo climático para 2040», documento no disponible en español] (https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2040-climate-target_en?prefLang=es#documents).

⁵⁶ Artículo 12, apartado 1, del Reglamento ReFuelEU Aviation.

señala que, dadas las restricciones a la disponibilidad de materias primas de biomasa, como el aceite de cocina usado, será necesario desarrollar y aumentar la producción y el suministro de biocombustibles de aviación avanzados y combustibles de aviación sintéticos en la Unión a partir de 2030 para que el sector de la aviación pueda reducir significativamente sus emisiones y cumplir sus propios objetivos y hojas de ruta de descarbonización de aquí a 2050. Por lo tanto, es necesario que la I+i y los pioneros apoyen las nuevas tecnologías de CAS para aumentar la competitividad y la seguridad de la producción nacional de la Unión mediante la mitigación de los riesgos de la cadena de suministro de CAS. Además, el mecanismo de agregación de la oferta y la demanda podría facilitar aún más el desarrollo del mercado de los combustibles de aviación sintéticos. En caso necesario, la Comisión intervendrá para apoyar el desarrollo a mayor escala de dichos combustibles y abordar el perfil de riesgo de estos proyectos mitigando los riesgos reglamentarios, de mercado y tecnológicos y haciéndolos más atractivos para los inversores, con vistas a permitir el desarrollo oportuno de instalaciones a escala industrial en la Unión antes de 2030. El Pacto Industrial Limpio y el Plan de Inversiones para un Transporte Sostenible fomentarán la inversión en tecnologías energéticas limpias y su desarrollo a mayor escala, y darán prioridad a la inversión en soluciones de descarbonización del transporte que son cruciales para la descarbonización de modos «de difícil reducción», como la aviación, y que son fundamentales para muchas regiones de la Unión y para la movilidad de los ciudadanos. Como se anunció en el Pacto Industrial Limpio, la Comisión presentará un Plan de Inversiones para un Transporte Sostenible más adelante en 2025, que planteará un enfoque estratégico para aumentar y priorizar las inversiones en soluciones de descarbonización del transporte, incluidos los CAS.

Existen varias formas de brindar apoyo a estos proyectos y contribuir a las ambiciones de sostenibilidad de la Unión en el sector de la aviación: i) mejorar las condiciones del mercado y mantener la seguridad normativa, ii) reducir la complejidad y la carga administrativa, iii) aumentar la sensibilización entre las partes interesadas sobre la necesidad y los beneficios de los combustibles de aviación sintéticos, y iv) diseñar mecanismos de apoyo financiero eficaces. En la Unión se debe invertir en el desarrollo de capacidades en materia de CAS para reforzar la reindustrialización y la seguridad energética estratégica del suministro en toda la Unión. La Comisión velará por que se establezca el marco adecuado para atraer la inversión en CAS y, en particular, en combustibles de aviación sintéticos. A tal fin, la Comisión trabajará con agentes públicos y privados para desbloquear la financiación necesaria para la transición. La Comisión también seguirá apoyando el desarrollo del mercado de los CAS de la Unión en los próximos años a través del Pacto Industrial Limpio, en el cual los CAS se consideran uno de los principales contribuyentes a los esfuerzos de descarbonización en la Unión.

Paralelamente, la Comisión seguirá especialmente alerta para garantizar que los proveedores de combustible de aviación no repercutan el coste de las sanciones por incumplimiento de las obligaciones de suministro en las compañías aéreas y, en última instancia, en los pasajeros, como alternativa a la inversión en la producción necesaria de CAS y, más concretamente, de combustibles de aviación sintéticos. El Reglamento desincentiva este comportamiento al trasladar de manera acumulativa cualquier escasez de suministro a los años siguientes.

A través de los programas de infraestructura de la Unión (por ejemplo, RTE-T), la Comisión apoyará el desarrollo de infraestructuras de CAS mezclados para facilitar el cumplimiento en todos los aeropuertos de la Unión de los requisitos de porcentajes mínimos, a más tardar al final del período de flexibilidad en 2035 o antes de que finalice.

6.2 Evaluación de posibles mejoras o medidas adicionales para el mecanismo de flexibilidad de los CAS existente con vistas a seguir facilitando el suministro y la utilización de CAS para la aviación durante el período de flexibilidad

En previsión de las obligaciones de suministro de 2025, algunas partes interesadas del sector (principalmente operadores de aeronaves) han expresado su preocupación por el crecimiento del mercado de los CAS y los costes de las primas asociados. Se hizo hincapié en cuestiones como la disponibilidad y la trazabilidad de los CAS en los aeropuertos de la Unión, los precios de los CAS y la posición dominante de determinados proveedores de combustible de aviación. La Comisión ha estudiado varias opciones para abordar estas preocupaciones.

6.2.1 Mejoras a través de los cambios en la base de datos de biocombustibles de la Unión (UDB)

La Comisión considera que ampliar el ámbito de aplicación de la base de datos de biocombustibles de la Unión para ampliar la trazabilidad de los CAS a los consumidores finales (los operadores de aeronaves) podría mejorar la transparencia del mercado, la seguridad y la capacidad de los operadores de aeronaves para notificar y contabilizar los CAS suministrados y reducir la carga administrativa. Es especialmente importante para la correcta implantación de la etiqueta de emisiones de vuelo permitir a los operadores de aeronaves atribuir la mezcla de combustibles adecuada (y sus correspondientes niveles de emisiones de GEI) a cualquier vuelo determinado. Esto también podría facilitar la transferencia de documentos pertinentes con el fin de reclamar beneficios por el uso de CAS en el marco de regímenes de reducción de GEI como el RCDE UE o el CORSIA de la OACI en virtud del artículo 9 del Reglamento ReFuelEU Aviation. También podría facilitar en gran medida el cumplimiento y la ejecución de todos los artículos del Reglamento ReFuelEU Aviation por parte de las partes interesadas y las autoridades competentes.

Permitir a los operadores económicos diferenciar entre los volúmenes obligatorios y voluntarios de CAS en la UDB podría aumentar la confianza de las partes interesadas y los clientes en el mercado voluntario y podría incrementar el suministro de volúmenes voluntarios. Esta mejora de la UDB podría centralizar todos los volúmenes de CAS dentro de un único sistema y facilitar la notificación y la verificación por parte de las autoridades competentes de los Estados miembros.

La Comisión considera que ampliar el ámbito de aplicación de la UDB para incluir los combustibles certificados por el CORSIA podría incentivar aún más la utilización de dichos combustibles en los aeropuertos de la Unión. Esta mejora de la UDB es crucial para el éxito de la iniciativa CORSIA, que se implantó recientemente a través del RCDE UE y contribuirá a la visión global ambiciosa y colectiva de la OACI de utilizar CAS para reducir las emisiones de CO₂ en la aviación internacional un 5 % para 2030.

Como parte de su apoyo para facilitar e incentivar el suministro y la utilización de CAS mezclados en los aeropuertos de la Unión, la Comisión introducirá los cambios necesarios en la UDB para

ampliar la trazabilidad de los CAS de forma voluntaria a los operadores de aeronaves para 2025. La Comisión espera que estas mejoras aborden la mayoría de las preocupaciones y peticiones expresadas por las partes interesadas en el contexto de un sistema de negociabilidad de los CAS (tal como se describe en el capítulo 4). La Comisión también elaborará, en cooperación con la AESA, la documentación comercial y técnica necesaria para preparar la aplicación de las otras dos mejoras. Estos cambios mejorarán enormemente la trazabilidad de los CAS en la Unión, reforzando así la competitividad del sector de los combustibles sostenibles de la Unión.

6.2.2 Pertinencia de un mercado virtual de certificados de sostenibilidad de CAS con arreglo al Reglamento ReFuelEU Aviation

La negociabilidad virtual de los certificados de sostenibilidad de CAS que un mecanismo de contabilización de CAS permitiría podría beneficiar a los pocos proveedores de combustible de aviación que podrían tener dificultades para acceder a los CAS durante el período de flexibilidad. Sin embargo, una intervención reguladora que requiera una revisión del Reglamento ReFuelEU Aviation y, posiblemente, de otros actos legislativos en esta fase inicial del mercado recientemente regulado no parece estar justificada, especialmente teniendo en cuenta que es posible llevar a cabo iniciativas privadas para cualquier negociación voluntaria tanto en el lado de la oferta como en el de la demanda. Como ha concluido Guidehouse, permitir a los proveedores de combustible de aviación cumplir sus obligaciones a corto plazo mediante la negociación de certificados virtuales aumenta el riesgo de que no estén preparados para suministrar CAS físicos a todos los aeropuertos de la Unión antes de 2035. Esto implicaría concentrar los efectos beneficiosos de los CAS para las comunidades locales en tan solo un puñado de aeropuertos y Estados miembros, poniendo en peligro los esfuerzos por mejorar la calidad del aire alrededor de los aeropuertos y reducir los efectos no relacionados con el CO₂, a saber, las estelas de condensación. También podría disuadir al sector de desarrollar la capacidad industrial nacional en materia de CAS y hacer que no se utilizara de manera óptima el período de flexibilidad. Sin embargo, este período de diez años es de vital importancia para desarrollar la capacidad industrial de producción de CAS de la UE. Además, las partes interesadas siguen sin tener claros el diseño idóneo y los parámetros que debería tener dicho mecanismo. También es importante señalar que el alcance de la implantación de un mecanismo de contabilización de CAS afectaría en gran medida a su eficacia y pertinencia para las partes interesadas. La implantación de este mecanismo solo dentro del ámbito del Reglamento ReFuelEU Aviation podría crear incoherencias no deseadas.

Las cantidades obligatorias iniciales de CAS que deben mezclarse son relativamente modestas. Esto limita los riesgos adversos de una evolución inesperada del mercado y brinda la oportunidad de observar los resultados reales del mercado durante los primeros años de las obligaciones de suministro. La supervisión continua del mercado en los próximos años será crucial para determinar si es necesaria una intervención reguladora para alcanzar los objetivos de la Unión en relación con la contribución del sector de la aviación a la consecución de los objetivos climáticos para 2030 y 2050.

6.2.3 Otras medidas de mitigación

La Comisión toma nota de las preocupaciones de los operadores de aeronaves en relación con la percepción de diferencias desproporcionadas en el precio y la disponibilidad de CAS mezclados

en determinados aeropuertos. En particular, los servicios de la Comisión prestarán especial atención a cualquier práctica desleal de fijación precios de los combustibles de aviación por parte de los proveedores de combustible de aviación en los aeropuertos de la Unión. En caso de que se observen infracciones del Derecho de la Unión, la Comisión adoptará las medidas necesarias para abordar los problemas en consonancia con su política de aplicación de las leyes. El informe de reexamen del Reglamento ReFuelEU Aviation de 2027 permitirá a la Comisión determinar los aeropuertos de la Unión en los que todavía no se dispone de CAS mezclados y en los que la estructura del mercado y la posición de los proveedores de combustible de aviación pueden repercutir en el precio y en la disponibilidad de CAS. La Comisión recopilará información sobre los actuales acuerdos de concesión y otros tipos de acuerdos comerciales que puedan aclarar las relaciones entre las entidades gestoras de aeropuertos, los proveedores de combustible de aviación y los proveedores de servicios de asistencia de combustible de aviación en tierra. Esto le ayudará a comprender sus relaciones económicas y jurídicas y cómo pueden repercutir en la calidad y el precio de los CAS mezclados en los aeropuertos de la Unión. Se necesita una mejor comprensión de las diferentes funciones de cada parte interesada y del proceso de toma de decisiones en relación con los volúmenes y la calidad de los combustibles de aviación disponibles en los aeropuertos de la Unión para abordar las preocupaciones expresadas por los operadores de aeronaves. También ayudará a la Comisión a supervisar las prácticas comerciales en este nuevo contexto de mercado, en el que pronto habrá disponibles diversos tipos de CAS mezclados con diferencias de precios sustanciales.

La Comisión proseguirá el estudio técnico y de viabilidad sobre los mecanismos de contabilización de los CAS dentro del marco regulado de la Unión (incluidos los que permiten la negociación virtual de certificados de sostenibilidad de los CAS) a través de una acción preparatoria que se inició en diciembre de 2024, en colaboración con la AESA. Los trabajos en el marco de esta acción preparatoria también abarcarán la evaluación de los requisitos comerciales y técnicos y los costes conexos de las dos mejoras de la UDB mencionadas. El resultado de la acción preparatoria con la AESA podrá servir de base para cualquier futura evaluación o evaluación de impacto para una posible revisión (cuando esté justificado) de los actos pertinentes del Derecho de la UE, especialmente en lo que se refiere al uso de certificados virtuales de CAS con arreglo al Derecho de la UE.

Anexo 1: Visión general (no exhaustiva) de los tipos de combustibles de aviación sostenibles (CAS)

Tipo de CAS	Materia prima	Especificación ASTM	Relación máx. de mezcla	Productores de la UE (incluidos proyectos previstos)	Compradores (compañías aéreas)	Usuarios (aeropuertos)
HEFA	Bioaceites, grasas animales, aceites reciclados	D7566	50 %	Neste (Finlandia y proyecto previsto en los Países Bajos), ENI (Italia), Preem (Suecia), SkyNRG (emplazamiento de los Países Bajos), Shell (Países Bajos), TotalEnergies (Francia)	Lufthansa, KLM, IAG, Finnair, UPS y Amazon Prime Air (Neste)	Aeropuerto de Róterdam-La Haya (producción de Shell <i>in situ</i>) París-Charles de Gaulle (Total) Aeropuerto Le Bourget (Total) Roma Fiumicino (ENI)
CHJ	Triglicéridos: semillas de soja, jatrofa, aceite de camelina, etc.	D7566	50 %			
FT	Biomasa	D7566	50 %	Enerkem/Shell (Países Bajos), Repsol (España),	British Airways (acuerdo con inversores / de compra con Velocys)	
SIP	Biomasa procedente de la producción de azúcar	D7566	10 %			
AtJ	Biomasa procedente de la producción de etanol o isobutanol	D7566	50 %	LanzaJet (Suecia), SkyNRG (Países Bajos)	Scandinavian Airlines, Iberia (acuerdo de compra con Gevo), British Airways (acuerdo con inversores / de compra con LanzaJet), Virgin Atlantic (acuerdo de compra con LanzaJet)	
HC-HEFA	Algas	D7566	10 %			
Coprocesamiento	Materias primas para FT y HEFA	D1655	5 %	AirBP (Alemania), Repsol (España)		
Combustibles de aviación sintéticos	Energías renovables, agua, carbono		50 %	SkyNRG (Países Bajos)		

Anexo 2: Vías de producción de combustibles de aviación sostenibles (CAS)

Ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (HEFA)	La producción de HEFA incluye el uso de hidrógeno para refinar aceites vegetales, aceites usados o grasas. El primer paso es eliminar el oxígeno de las grasas. A continuación, las moléculas lineales de la parafina se craquean térmicamente y se isomerizan a la longitud de la cadena del carburorreactor.
Fischer-Tropsch (FT)	La tecnología de síntesis FT puede utilizarse para gasificar cualquier material que contenga carbono para producir monóxido de carbono e hidrógeno, conocido como gas de síntesis. El gas de síntesis actúa como elemento básico para la producción de CAS. El gas de síntesis se licúa mediante reacción catalítica con hierro, cobalto, níquel y rutenio. A continuación, se craquea térmicamente en moléculas más pequeñas para dar lugar a un producto final de queroseno. Existen dos vías certificadas para la producción de CAS utilizando tecnología FT: i) el queroseno parafínico sintético (SPK) produce un carburorreactor parafínico de cadena lineal; y ii) el queroseno sintético con aromáticos (SKA) produce queroseno sintético a partir de compuestos aromáticos adicionales.
Hidrotermólisis catalítica (CHJ)	La CHJ convierte los ésteres de ácidos grasos y los ácidos grasos libres en CAS mediante hidrotermólisis catalítica. Los CAS se procesan mediante cualquier combinación de hidroprocesamiento, hidrocrqueo o hidroisomerización y fraccionamiento.
Isoparafinas sintetizadas (SIP)	El proceso SIP fermenta y transforma azúcares en seis compuestos químicos estrechamente relacionados que se denominan «farneseno». A continuación, el farneseno se trata con hidrógeno y puede utilizarse en los CAS.
Alcohol a combustible de aviación (AtJ)	El proceso AtJ convierte los alcoholes en combustible de aviación SPK eliminando el oxígeno y uniendo las moléculas para obtener la longitud adecuada de la cadena de carbono.
Hidrocarburos, ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (HC-HEFA)	En el proceso HC-HEFA, que es similar al proceso HEFA, los ésteres de ácidos grasos libres y los ácidos grasos libres se adaptan para usarse en los CAS. Las moléculas de los hidrocarburos se saturan y se elimina todo el oxígeno a través de hidroprocesamiento. Una fuente biológica reconocida es la especie de alga <i>Botryococcus braunii</i> .
Combustibles de aviación sintéticos	El combustible de aviación sintético se obtiene a través de un proceso de conversión de polvo en líquido. El agua se descompone en hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis utilizando energía renovable. A continuación, el hidrógeno se combina con dióxido de carbono para formar monóxido de carbono y agua. Utilizando el proceso de síntesis FT, el hidrógeno y el monóxido de carbono se convierten en una cera. Esta cera actúa como un petróleo crudo sintético que puede adaptarse a diferentes combustibles, incluido el combustible de aviación sintético. El combustible de aviación sintético solo emite carbono durante su proceso de producción cuando se quema. Si se utiliza carbono procedente de la captura de carbono, el combustible es neutro en carbono.
Coprociamiento	El coprociamiento no es una vía de producción de CAS específica, sino un proceso conjunto en el refinado convencional de petróleo crudo. Las materias primas de FT o HEFA se utilizan en los procesos de refinado de carburorreactores existentes. En el coprociamiento FT se utiliza cera FT, que es un subproducto del proceso FT. Los HEFA coprociamados se elaboran utilizando aceite vegetal, aceites usados y materias grasas.