

UNIDADES ADMINISTRATIVAS ESPECIALES

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 02301 DE 2024

(octubre 24)

por la cual se adicionan unas definiciones a la Norma RAC 216, y un Apéndice 10 de la Norma RAC 216 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

El Director General de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en ejercicio de sus facultades legales y en especial de las que le confiere los artículos 1782, del Código de Comercio, en concordancia con lo establecido en la Ley 105 de 1993 artículo 4º, en los artículos 2º y 4º numerales 5, 8, 13, 16 y artículo 8º numeral 5 del Decreto número 1294 de 2021 y,

CONSIDERANDO:

Que la República de Colombia es miembro de la Organización de Aviación Civil Internacional al haber suscrito el Convenio de Chicago 1944 aprobado mediante Ley 12 de 1947 y como tal, debe dar cumplimiento a las normas y métodos recomendados contenidos en los anexos técnicos proferidos por la organización.

Que en la tercera conferencia sobre la aviación sobre (CAAF/3) desarrollada entre el 20 - 24 de noviembre de 2023 en la ciudad de Dubái, la Organización de Aviación Civil Internacional instó a los Estados miembros a impulsar la transición energética acordando lograr un objetivo de reducir emisiones de CO₂ para la aviación internacional en una proporción del 5% para 2030 y en el marco de la COP28 de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) Dubái diciembre 23 de 2023 - alcanzar un acuerdo para dejar el uso de combustibles fósiles al año 2050, tanto en la aviación internacional como local, como una meta que busca mitigar los efectos del cambio climático.

Que de conformidad con el artículo 4º, numeral 8 del Decreto número 1294 de 2021, corresponde a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil), expedir los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), teniendo en cuenta, cuando corresponda, las disposiciones que adopte la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Que la Ley 2294 de 19 de mayo de 2023 “por el cual se expide el plan nacional de 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida” establece en el ARTÍCULO 2º. Que el documento denominado “Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida”, junto con sus anexos, es parte integral del Plan Nacional de Desarrollo como un anexo.

Que en el documento “Bases del Plan Nacional de desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida” emitido por el Departamento Nacional de Planeación en la Parte General consideró: “4. Transformación productiva, internacionalización y acción climática ... C. Transición energética justa, segura, confiable y eficiente ... 3. Ascenso tecnológico del sector transporte y promoción de la movilidad activa...

“d. Modos de transporte más eficientes a nivel operativo y energético. Se priorizarán y desarrollarán en la red de infraestructura nacional proyectos férreos, acuáticos y aéreos que por sus características operativas reduzcan emisiones contaminantes y costos logísticos y de transporte. Colombia incluirá los mecanismos relacionados con el esquema de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional (CORSIA) dentro de la reglamentación del artículo 6º del Acuerdo de París. En complemento, el Gobierno nacional en colaboración con la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (Aerocivil) impulsará el desarrollo y uso de los combustibles sostenibles de aviación SAF, como una contribución a la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero del transporte”. Pág. 160 y 161.

Que a su vez Ley 2294 de 19 de mayo de 2023 (PND) en su artículo 226 establece:

“Políticas de Investigación e Innovación Orientadas por Misiones”: “La política de Ciencia, Tecnología e Innovación estará basada principalmente en el enfoque de políticas de investigación e innovación orientadas por misiones, encaminadas a resolver grandes

desafíos sociales, económicos y ambientales del país asociados a la **transición energética**, y que el Gobierno nacional liderará e implementará políticas orientadas por misión a partir de **articulaciones interinstitucionales**”.

Que en cumplimiento de lo anterior, se han institucionalizado mesas subtécnicas sectoriales con participación gubernamental, entidades privadas, la academia y partes interesadas, en aras de avanzar en un marco regulatorio y políticas que logren alcanzar la meta de cero emisiones de carbono para el año 2050 en el sector aéreo, de lo cual se han concretado los “parámetros de calidad los combustibles semisintéticos mezclados, coprocesados y de componentes sintéticos para mezcla (SBC) para combustibles de aviación para uso en motores tipo turbina”, por lo cual se adicionará un Apéndice número 10 al Reglamento Aeronáutico Colombiano RAC 216 Normas Ambientales para la Aviación Civil.

Que mediante comunicación electrónica, Ecopetrol S. A. envió a el Ministerio de Minas y Energía (Radicados MME 1-2024-030057, MME 1-2024-034037), al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Radicado MADS 2024E1040923) y a la Aeronáutica Civil (Radicado 2024140000118362 Id: 1453613) los insumos regulatorios técnicos y de calidad, generados por las mesas subtécnicas sectoriales, que motivaron el desarrollo de la presente enmienda.

Que la resolución cumplió con la Ley 1437 de 2011 artículo 8º numeral 8, fue publicada en la página web de la Aerocivil del 6 de septiembre al 19 de septiembre de 2024.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1º. Adiciónese a la Sección 216.305 de la Norma RAC 216 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, la cual quedará así:

“216.305. Definiciones, Abreviaturas y Unidades

Aeródromo: Área definida de tierra o de agua destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Aeroplano (avión): Aeronave más pesada que el aire, propulsada por medios mecánicos que se sostiene en vuelo debido a reacciones dinámicas del aire sobre sus alas y demás superficies fijas en determinadas condiciones.

Aseguramiento de la calidad del SBC a lo largo de la cadena de distribución para garantizar la seguridad operacional: Procedimiento mediante el cual uno o varios productores, refinadores, importadores, o distribuidores mayoristas aseguran la calidad del SBC mediante la correcta identificación caracterización de los lotes, el correcto muestreo del lote SBC previo y posterior al transporte del mismo y la correcta documentación de las muestras según lo dispuesto por el Ministerio de Minas y Energía.

Aseguramiento de la calidad del SSJF a lo largo de la cadena de distribución para garantizar la seguridad operacional: Procedimiento mediante el cual uno o varios productores, refinadores, importadores, o distribuidores mayoristas aseguran la calidad del SSJF (mezclado o coprocesado) mediante la correcta identificación caracterización de los lotes, el correcto muestreo del lote SSJF previo y posterior al transporte del mismo y la correcta documentación de las muestras según lo dispuesto por el Ministerio de Minas y Energía.

Combustible admisible en el marco del CORSIA: Combustible aeronáutico sostenible en el marco del CORSIA, o combustible aeronáutico con menor contenido de carbono en el marco del CORSIA, que puede utilizar un explotador de aeronaves para reducir sus requisitos de compensación.

Combustible aeronáutico con menor contenido de carbono en el marco del CORSIA: Combustible fósil aeronáutico que cumple los criterios de sostenibilidad del CORSIA.

Combustible aeronáutico sostenible en el marco del CORSIA: Combustible renovable o derivado de residuos que cumple los criterios de sostenibilidad del CORSIA en virtud del volumen IV del anexo 16 de la OACI.

DIARIO OFICIAL

Fundado el 30 de abril de 1864
Por el Presidente Manuel Murillo Toro
Tarifa postal reducida No. 56

DIRECTORA: **ALBA VIVIANA LEÓN HERRERA**

MINISTERIO DEL INTERIOR

IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

ALBA VIVIANA LEÓN HERRERA

Gerente General

Carrera 66 N° 24-09 (Av. Esperanza-Av. 68) Bogotá, D. C. Colombia
Conmutador: PBX 4578000.

e-mail: correspondencia@imprensa.gov.co

Combustibles de Aviación Convencional (CAF): Son los combustibles de aviación para motores tipo turbina de origen fósil que atiende las especificaciones técnicas y de calidad por el Ministerio de Minas y Energía.

Combustibles semisintéticos de aviación (SSJF): Son los combustibles de aviación que contienen una porción de combustible de aviación convencional y una porción de componente sintético de acuerdo con las normas y requerimientos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía. Los combustibles semisintéticos de aviación pueden ser obtenidos a partir de la mezcla de componentes sintéticos para mezcla (SBC) con combustibles de aviación convencional (CAF) (denominado SSJF mezclado) o a partir del coprocesamiento de un derivado del petróleo y materias primas renovables de origen vegetal o animal, no biológicas, sintéticas o provenientes de residuos (denominado SSJF coprocesado).

Componentes sintéticos para mezcla (SBC): Son los productos sintéticos fabricados y certificados de acuerdo con los requisitos definidos por el Ministerio de Minas y Energía, producidos a partir de materias primas renovables de origen vegetal o animal, no biológicas, sintéticas o provenientes de residuos y que según esta norma deben ser mezclados con combustible de aviación convencional para poder ser usados como combustible de aviación (CAF) para motores tipo turbina.

Coprocesamiento: Es el procesamiento de una materia prima de origen fósil con una materia prima renovable de origen vegetal o animal, no biológicas, sintéticas o provenientes de residuos para producir combustibles semisintéticos de aviación coprocesado y que cumple con los requisitos definidos por el Ministerio de Minas y Energía para este proceso.

CORSIA: Es el plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional (CORSIA por sus siglas en inglés de 'Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation' de la Organización de la Aviación Civil Internacional -OACI), establecido en 2016 como una medida de reducción de emisiones basada en el mercado global de la aviación sobre una base de referencia en las emisiones de CO₂ por encima de los niveles de 2020.

Combustible Básico: El suficiente para volar del aeropuerto de origen, al aeropuerto de destino.

Distancia ortodrómica: La distancia más corta redondeada al kilómetro más próximo entre los aeródromos de origen y destino, medida sobre la superficie terrestre modelada de acuerdo con el Sistema Geodésico Mundial 1984.

Equipo de verificación: Grupo de verificadores o verificador único que también califica como líder de equipo, perteneciente a un órgano verificador que efectúa la verificación de un informe de emisiones cuando sea necesario un informe de cancelación de unidades de emisión. El equipo puede contar con el apoyo de expertos técnicos.

Estado que notifica: Estado que ha presentado a la OACI el pedido de registro o cambio del designador de tres letras de un explotador de aeronaves sobre el que ejerce jurisdicción.

Explotador: Persona, organismo o empresa que se dedica, o propone dedicarse, a la explotación de aeronaves.

Importador de combustibles semisintéticos de aviación y componentes sintéticos para mezcla: Toda persona natural o jurídica que ejerce la actividad de importación de combustibles semisintéticos de aviación (SSJF) y/o componentes sintéticos para mezcla (SBC) para ser mezclado con combustibles de aviación convencional (CAF debidamente autorizado y registrado por el Ministerio de Minas y Energía para realizar tal actividad).

Informe de verificación: Documento redactado por el órgano de verificación que contiene la declaración de verificación y la información justificada requerida.

Instalación de manejo de SBC o SSJF: Son aquellas instalaciones debidamente autorizadas por el Ministerio de Minas y Energía, que están destinadas a al menos una de las siguientes actividades: transporte, manejo, almacenamiento o suministro de SBC o SSJF y que cumplen con las disposiciones establecidas por el Ministerio de Minas y Energía para tal fin.

Instalación de mezcla de combustibles de aviación: Instalación perteneciente al productor, refinador, importador, o distribuidor mayorista, debidamente aprobada por el Ministerio de Minas y Energía, para mezclar componentes sintéticos para mezcla (SBC) con el combustible de aviación convencional (CAF), con el fin de obtener SSJF mezclado y que cumple con las disposiciones técnicas establecidas por el Ministerio de Minas y Energía para tal fin.

Lote de SBC: Es la cantidad de SBC con características homogéneas, y que cumple todos los requisitos de calidad definidos por el Ministerio de Minas y Energía para ser mezclado con CAF.

Mezcla de SBC: Es la actividad, llevada a cabo por alguno de los agentes de la cadena, que consiste en mezclar el componente sintético para mezcla (SBC) con el combustible de aviación convencional (CAF). Los agentes de la cadena solo podrán realizar esta actividad previa autorización por parte del Ministerio de Minas y Energía.

Órgano de verificación: Entidad legal que efectúa la verificación de un informe de emisiones y cuando sea necesario, de un informe de cancelación de unidades de emisión como tercero independiente acreditado.

Órgano nacional de acreditación: Organismo autorizado por un Estado que certifica que un órgano de verificación es competente para prestar servicios específicos de verificación.

Par de aeródromos: Grupo de dos aeródromos que consta de un aeródromo de salida y un aeródromo de llegada.

Par de Estados: Grupo de dos Estados compuesto por un Estado de salida o sus territorios y un Estado de llegada o sus territorios.

Período de notificación: Período que comienza el 1 de enero y finaliza el 31 de diciembre de un año dado, para el que notifica la información solicitada, un explotador de aeronaves o un Estado. La hora de salida del vuelo (UTC) determina a qué período de notificación corresponde el vuelo.

Plan de vuelo: Información especificada que, respecto a un vuelo proyectado o parte de un vuelo de una aeronave, se somete a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo.

Porcentaje de producto de origen renovable en SSJF coprocesado: Hace referencia a los productos de origen renovable autorizados en el SSJF coprocesado, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Minas y Energía.

Porcentaje de SBC en el SSJF mezclado: Hace referencia a los porcentajes máximos de SBC y CAF autorizados en la mezcla de SSJF Mezclado, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Minas y Energía.

Productor o refinador de combustibles semisintéticos (SSJF) y componentes sintéticos para mezcla (SBC): Toda persona natural o jurídica que ejerce la actividad de producción de combustibles semisintéticos de aviación (mezclados o coprocesados) y/o componentes sintéticos para mezcla (SBC) y que esté debidamente autorizado y registrado por el Ministerio de Minas y Energía para realizar tal actividad.

Proceso de conversión: Tipo de tecnología que se utiliza para convertir la materia prima en combustible aeronáutico.

Propietario de la aeronave: Persona(s), organización (organizaciones) o empresa(s) identificada(s) en el certificado de matrícula de una aeronave.

Verificación de informe: Proceso independiente, sistemático y suficientemente documentado de evaluación de un informe de emisiones y cuando sea necesario, de un informe de cancelación de unidades de emisión admisibles.

Vía de producción: Combinación específica de materia prima y proceso de conversión que se utiliza para producir combustibles de aviación.

Nota. – “Para cualquier definición que no figure en este Capítulo, se considerará la definición establecida en el Documento OACI 9713 - “Vocabulario de aviación civil internacional” o en RAC I Definiciones, de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

(b) Abreviaturas

Cuando se utilicen las siguientes abreviaturas, tendrán los significados que se les asignan a continuación:

ACARS	Sistema de direccionamiento e informe para comunicaciones de aeronaves.
AOC	Certificado de explotador de servicios aéreos (OPSPECS - CDO).
CAF	Combustible convencional de Aviación por sus siglas en inglés (Conventional Aviation Fuel).
CERT	Herramienta de estimación y notificación de CO ₂ .
CO ₂	Dióxido de carbono.
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente.
CORSIA	Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional.
DOC	Documento emendado de la Organización de Aviación Civil Internacional.
GEI	Gases de efecto invernadero.
IAF	Foro Internacional de Acreditación.
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional.

ISO	Organización Internacional de Normalización.
MRV	Vigilancia, notificación y verificación.
MJ	Megajulio
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional.
RTK	Tonelada-kilómetro de pago.
SAF	Combustibles sostenibles de aviación por sus siglas en inglés (sustainable aviation fuel).
SBC	Componentes sintéticos para mezcla.
SSJF	Combustibles Semisintéticos de Aviación.
SI	Sistema internacional de unidades”

Artículo 2°. Adiciónese a la Norma RAC 216 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, un apéndice 10, el cual quedará así:

“Apéndice 10

parámetros de calidad los combustibles semisintéticos mezclados, coprocesados y de componentes sintéticos para mezcla (SBC) para combustibles de aviación para uso en motores tipo turbina”

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El presente apéndice contiene los parámetros de calidad que deben tener los Componentes Sintéticos para Mezcla (SBC), el combustible de aviación semisintético producido a través de coprocesamiento (SSJF coprocesado) y los combustibles de aviación semisintético producido por mezcla (SSJF mezclado).

1.2 Los operadores públicos o privados que deseen utilizar SSJF en sus operaciones deberán verificar que el mencionado combustible cumple con los parámetros de calidad expuestos en el presente apéndice sin perjuicio de la demás reglamentación y requisitos que determine el Ministerio de Minas y Energía para esta materia.

2. Parámetros de calidad

2.1 Los parámetros de calidad de los Componentes Sintéticos para Mezcla (SBC), deben sujetarse a los requisitos de calidad establecidos en el estándar internacional de la Norma Técnica Colombiana NTC 6546 o la norma ASTM D 7556 en sus últimas versiones, según la vía de producción del SBC, relacionados en las Tablas A1 a la A8 del presente apéndice.

2.2 Los parámetros de calidad del combustible de aviación semisintético (SSJF) producido a partir de coprocesamiento, deben sujetarse a las especificaciones de calidad establecidas para combustibles de aviación convencionales definidos en la Tabla 1 y Tabla A.1.1 de la norma ASTM D 1655 o la NTC 1899 en sus últimas versiones.

2.3 Los Parámetros de Calidad del Combustible de Aviación Semisintético (SSJF) producido a partir de mezcla del SBC con combustibles de aviación fósil (CAF) o con combustibles de aviación semisintéticos SSJF coprocesados, deben sujetarse a las especificaciones de calidad establecidas en la Tabla 1 de la Norma ASTM D7556 o la NTC 6546 en su última versión, que se relacionan en la Tabla A.8 de la presente resolución.

3. Requisitos detallados de lote para SBC y SSJ mezclado

3.1 Queroseno parafínico sintético mediante hidropcesamiento por Fischer Tropsch (FT-SPK): Cada lote de componente sintético de mezcla (SBC) de queroseno parafínico sintético (SPK) hidropcesado para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A1.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A1.2

Tabla A1.1.

Requisitos detallados del lote; SPK hidropcesado por proceso Fischer-Tropsch

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	FT SPK	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física				ASTM D86 ^C o IP 123 ^C o ASTM D7344 o ASTM D7345
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T90-T10	°C	Min	22	

Parámetro	Unidad	Máx/Min	FT SPK	Método de ensayo ^B
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				ASTM D2887 ^{D,E} o IP 406
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^F	ASTM D56 o ASTM D3828 ^G o ASTM D7236 ^G , IP 170 ^G , IP 523 ^G o IP 534 ^G
Densidad a 15°C	kg/m3		730 a 770	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Estabilidad térmica a 2,5 h, a temperatura de control ^H	°C	Min	325 ^I	ASTM D3241 ^J /IP 323 ^J
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR ^K		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tomasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^L	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A1.1) se deben consultar en la Tabla A1.1 de la norma ASTM D7566.
^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A1.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A1.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.
^D No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86. La correlación proporcionada en el anexo X4 de la norma D2887 no es necesariamente correcta para componentes sintéticos de mezcla del combustible para jet.
^E El ensayo de la norma ASTM D2887 tiene como objetivo proporcionar datos que puedan usarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o contaminación.
^F Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar SPK o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla de acuerdo al Anexo A1 de la norma ASTM D7566.
^G En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).
^H Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.
^I En el punto de fabricación. Se especifica una temperatura de control de 325 °C para proporcionar una verificación recurrente, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.
^J El método de ensayo ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para aviones para la seguridad operativa y regulatoria de la aviación. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/ IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554- 9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.
^K Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta “N/A” para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrológicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.
^L Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire, de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidropcesamiento o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.

Tabla A1.2.

Otros requisitos detallados; SPK hidroprocesado por proceso Fischer-Tropsch ^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	FT SPK	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas	% masa	Máx	15 ^C	ASTM D2425
Aromáticos	% masa	Máx	0,5	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4529/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A1.2) se deben consultar en la Tabla A1.2 de la norma ASTM D7566.

^A Para la conformidad de los resultados de ensayo de los requisitos se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.

^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A1.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.

^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes de mezcla sintéticos aprobados y está dentro del rango típico de las mezclas refinadas.

3.2 Queroseno parafínico sintético a partir de ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (HEFA-SPK): Cada lote de componente sintético de mezcla de queroseno parafínico sintético producido a partir de ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (HEFA SPK) para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A2.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A2.2.

Tabla A2.1.

Requisitos detallados del lote; SPK de ésteres y ácidos grasos hidroprocesados ^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HEFA-SPK	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física				ASTM D86 ^C o IP 123 ^C o ASTM D7344 o ASTM D7345
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T90-T10	°C	Min	22	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				ASTM D2887 ^{D,E} o IP 406
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HEFA-SPK	Método de ensayo B
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^F	ASTM D56 o ASTM D3828 ^G o ASTM D7236 ^G , IP 170 ^G , IP 523 ^G o IP 524 ^G
Densidad a 15°C	kg/m ³		730 a 772 ^H	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Gomas existentes	mg/100 mL	Máx	7	ASTM D381, IP 540
FAME	mg/kg	Máx	<5 ^I	IP585 o IP 590
Estabilidad térmica a 2,5 h, a temperatura de control	°C	Min	325 ^K	ASTM D3241 ^L /IP 323 ^J
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR ^M		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tornasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^N	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A2.1) se deben consultar en la Tabla A2.1 de la norma ASTM D7566.

^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A2.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A2.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.^C La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.^D No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86. La correlación proporcionada en el anexo X4 de la norma D2887 no es necesariamente correcta para componentes sintéticos de mezcla del combustible para jet.^E La norma ASTM D2887 tiene como objetivo proporcionar datos que puedan usarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o contaminación.^F Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar SPK o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla de acuerdo con el Anexo A2 de la norma ASTM D7566.^G En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; los obtenidos mediante ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).^H Los datos de respaldo relacionados con el límite de densidad máxima se han archivado en la sede internacional de ASTM y se pueden obtener solicitando un informe de investigación.^I En el punto de fabricación.^J Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.^K En el punto de fabricación. La temperatura de control de 325 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.^L El método de ensayo ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para aviones para la seguridad operativa y regulatoria de la aviación. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor., Sugar Grove, IL, 60554-9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.^M Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrologicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.^N Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire, de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidroprocesamiento o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.

Tabla A2.2

Otros requisitos detallados; SPK de ésteres y ácidos grasos hidroprocesados ^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HEFA-SPK	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas	% masa	Máx	15 ^C	ASTM D2425
Aromáticos	% masa	Máx	0,5	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/ IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359
Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A2.2) se deben consultar en la Tabla A2.2 de la norma ASTM D7566.				
^A Para la conformidad de los resultados de ensayo de los requisitos se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.				
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A2.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.				
^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes de mezcla sintéticos aprobados y está dentro del rango típico de las mezclas refinadas.				

3.3 Isoparafinas sintéticas a partir del hidroprocesamiento de azúcares fermentados (SIP): Cada lote de componente sintético de mezcla de isoparafinas sintéticas (SIP, por sus siglas en inglés) producidas a partir del hidroprocesamiento de azúcares fermentados para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A3.1 Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A3.2.

Tabla A3.1.

Requisitos detallados del lote; SIP de azúcares fermentados hidroprocesados ^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SIP	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/ IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física				
ASTM D86 ^C o IP 123 ^C				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	250	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	255	
T90-T10	°C	Min	5	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				
ASTM D2887 ^{D,E} o IP 406				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SIP	Método de ensayo B
Punto de inflamación	°C	Min	100	ASTM D56 o ASTM D3828 ^J o ASTM D7236 ^J , IP 170 ^J , IP 523 ^J o IP 534 ^J
Densidad a 15°C	kg/m ³		765 a 780	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-60	ASTM D5972/ IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Gomas existentes	mg/100 mL	Máx	7	ASTM D381, IP 540
Microseparómetro, sin aditivo de conductividad eléctrica	Clasificación	Min	85	ASTM D3948
Estabilidad térmica a 2,5 h, a temperatura de control ^K	°C	Min	355 ^F	ASTM D3241 ^G / IP 323 ^G
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos ^H				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo torasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
COMBUSTIÓN				
Calor neto de combustión	MJ/kg	Min	43,5	ASTM D3338 o ASTM D4809
ADITIVOS				
Antioxidantes ^I	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A3.1) se deben consultar en la Tabla A3.1 de la norma ASTM D7566.

^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A1.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.

^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A1.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.

^C La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.

^D No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86.

^E El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.

^F La temperatura de control de 355 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.

^G En el punto de fabricación. El método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para jet en aspectos de seguridad operativa y cumplimiento normativo. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554-9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.

^H Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrología, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.

^I Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire y de tal manera que garantice una mezcla adecuada.

^J En relación con el método de prueba D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).

^K Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de prueba D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.

Tabla A3.2.

Otros requisitos detallados; SIP de azúcares fermentados hidroprocesados^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SIP	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Hidrocarburos saturados	% masa	Min	98	ASTM D7974
Famesano ^C	% masa	Min	97	ASTM D7974
Hexahidrofarsemol ^D	% masa	Máx	1,5 ^E	ASTM D7974
Oleofinas	mg de Br ₂ por 100 g	Máx	300	ASTM D2710/IP 299
Aromáticos	% masa	Máx	0,5	ASTM D 2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	2	ASTM D5453 o ASTM D2622 ^F
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1 por halógeno	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A3.2) se deben consultar en la Tabla A3.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados de ensayo de los requisitos se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A3.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C El famesano es una isoparafina con fórmula química: C15H32, nombre químico: 2,6,10-trimetilododecano, y número de registro CAS: 3891-98-3.
^D Hexahidrofarsemol es un alcohol alquilo con fórmula química: C15H32O, nombre químico: 3,7,11-trimetil-1-dodecanol, y número de registro CAS: 6750-34-1.
^E El nivel máximo de hexahidrofarsemol se controla mediante un porcentaje en masa de hexahidrofarsemol por debajo del 1,5 %, que representa un máximo de 0,11 % por masa de restos de alcohol traídos por hexahidrofarsemol en el grado.
^F El contenido de azufre puede ser cuantificado mediante la norma ASTM D2622 para ciertos laboratorios con un límite de detección por debajo de 1 mg/kg. En caso de disputa, el método de ensayo de arbitraje será la norma ASTM D5453.

3.4 Queroseno sintéticos con aromáticos derivados por alquilación de aromáticos ligeros de fuentes no petroleras: Cada lote de componente sintético de mezcla de isoparafinas sintetizado por proceso FT con aromáticos (SPK/A) para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A4.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A4.2.

Tabla A4.1.

Requisitos detallados del lote; SPK/A^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SPK/A	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
Aromáticos	% vol	Máx	20	ASTM D1319 o IP 156 ^C
Aromáticos	% vol	Máx	21,2	
VOLATILIDAD				
Destilación física				ASTM D86 ^D o IP 123 ^D
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T90-T10	°C	Min	22	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				ASTM D2887 ^{E,F}

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SPK/A	Método de ensayo ^B
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^G	ASTM D56 o ASTM D3828 ^H o ASTM D7236 ^H , IP 170 ^H , IP 523 ^H o IP 524 ^H
Densidad a 15°C	kg/m ³		755 a 800	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Estabilidad térmica a 2,5 h, temperatura ^I	°C	Min	325 ^J	ASTM D3241 ^K /IP 323 ^K
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	

Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos: ^K

(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tornasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	

CONTAMINANTES

Gomas existentes	mg por 100 mL	Máx	4	ASTM D381 o IP 540
MSEP		Min	90	ASTM D3948

ADITIVOS

Antioxidantes ^L	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A4.1) se deben consultar en la Tabla A4.1 de la norma ASTM D7566.

^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A1.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A4.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.^C Al analizar el combustible de aviación tipo turbina mediante la norma ASTM D1319 o IP 156, los usuarios no deben reportar resultados obtenidos usando cualquiera de los siguientes números de lote de indicador fluorescente de gel teñido: 3000000975, 3000000976, 3000000977, 3000000978, 3000000979 y 3000000980.^D La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.^E No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86.^F El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.^G Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar SPK/A o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla acorde con el Anexo A4 de la norma ASTM D7566.^H En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).^I Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.^J En el punto de fabricación. La temperatura de control de 325 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.^K Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como >85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrologicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.^L Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire, de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidroprocesamiento o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.

Tabla A4.2.

Otros requisitos detallados; SPK/A^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	SPK/A	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas ^B	% masa	Máx	15 ^C	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A4.2) se deben consultar en la Tabla A4.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados del ensayo con los requisitos de la Tabla A4.2, se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Las normas de método de ensayo indicadas en esta tabla se deben consultar en el numeral A4.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican con cursivas
^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes sintéticos de mezcla aprobados y está dentro del intervalo de lo que es típico para el combustible refinado para jet.

3.5 Queroseno parafínico sintético tipo alcohol-a-jet (ATJ-SPK): Cada lote de componente sintético de mezcla tipo alcohol-a-jet (ATJ-SPK) para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A5.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A5.2.

Tabla A5.1. Requisitos detallados del lote; alcohol-to-jet (ATJ-SPK)^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física				
ASTM D86 ^C o IP 123 ^C				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T90-T10	°C	Min	21	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				
ASTM D2887 ^{D,E} o IP 406				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^F	ASTM D56 o ASTM D3828 ^G o ASTM D7236 ^G , IP 170 ^G , IP 523 ^G o IP 534 ^G
Densidad a 15°C	kg/m ³		730 a 770	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Estabilidad térmica a 2,5 h, temperatura ^H	°C	Min	325 ^I	ASTM D3241 ^J /IP 323 ^J
Cáida de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos ^K				

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ	Método de ensayo B
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tomasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^L	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A5.1) se deben consultar en la Tabla A5.1 de la norma ASTM D7566.
^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A5.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A5.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.
^D No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86.
^E El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.
^F Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar SPK/A o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla acorde con el anexo A5 de la norma ASTM D7566.
^G En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).
^H Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.
^I En el punto de fabricación. La temperatura de control de 325 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.
^J El método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para jet en aspectos de seguridad operativa y cumplimiento normativo. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554- 9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.
^K Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrológicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.
^L Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire y de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidroprocésamiento o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.

Tabla A5.2.

Otros requisitos detallados; alcohol-to-jet (ATJ-SPK)^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ	Método de ensayo B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas	% masa	Máx	15 ^C	ASTM D2425
Aromáticos	% masa	Máx	0,5	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ	Método de ensayo ^B
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A5.2) se deben consultar en la Tabla A5.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados del ensayo con los requisitos de la Tabla A5.2, se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Las normas de método de ensayo indicadas en esta tabla se mencionan en el literal A5.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican con cursivas.
^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes sintéticos de mezcla aprobados y está dentro del intervalo de lo que es típico para el combustible refinado para jet.

3.6 Queroseno sintético de conversión hidrotérmica de ésteres de ácidos grasos y ácidos grasos: Cada lote de componente sintético de mezcla tipo hidrotérmolisis catalítica (CHJ) para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A6.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A6.2.

Tabla A.6.1.

Requisitos detallados del lote; CHJ de Ésteres de ácidos grasos y de ácidos grasos^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	CHJ	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
Aromáticos: Se debe cumplir con uno de los siguientes requisitos				
(1) Aromáticos, % en volumen	%	Min	8	ASTM D1319 o IP 156 ^C , ASTM D 8267 o ASTM D8305 ^D
		Máx	20	
(2) Aromáticos, % en volumen	%	Min	8,4	ASTM D6379/IP 436
		Máx	8,4 a 21,2	
VOLATILIDAD				
Destilación física				
ASTM D86 ^D o IP 123 ^D o ASTM D7345				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T50-T10	°C	Min	15	
T90-T10	°C	Min	40	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				
ASTM D2887 ^{E,F}				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^G	ASTM D56 o ASTM D3828 ^H o ASTM D7236 ^H , IP 170 ^H , IP 523 ^H o IP 534 ^H
Densidad a 15°C	kg/m3		775 a 840	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Goma existente	mg/100 mL	Máx	7	ASTM D381, IP 540
FAME	mg/kg		<5 ^I	

Parámetro	Unidad	Máx/Min	CHJ	Método de ensayo ^B
Estabilidad térmica a 2,5 h, temperatura ^I	°C	Min	325 ^K	ASTM D3241/IP 323 ^L
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos ^M				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tornasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm2	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^N	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A6.1) se deben consultar en la Tabla A6.1 de la norma ASTM D7566.

^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A6.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.

^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A6.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.

^C ^D La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.

^E No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86. La correlación proporcionada en el anexo X4 de la norma D2887 no es necesariamente correcta para componentes sintéticos de mezcla del combustible para jet.

^F El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.

^G Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar CHJ o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla acorde con el anexo A6 de la norma ASTM D7566.

^H Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.

^I En el punto de fabricación.

^J Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de prueba D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.

^K En el punto de fabricación. La temperatura de control de 325 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.

^L El método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para jet en aspectos de seguridad operativa y cumplimiento normativo. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554- 9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.

^M Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrológicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.

^N Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire, de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidrotérmolisis o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.

Tabla A6.2.

Otros requisitos detallados del lote; CHJ de Ésteres de ácidos grasos y de ácidos grasos^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	CHJ	Método de ensayoB
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas C	% masa	Máx	Reportar	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A5.2) se deben consultar en la Tabla A6.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados del ensayo con los requisitos de la Tabla A6.2, se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Las normas de método de ensayo indicadas en esta tabla se mencionan en el literal A6.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican con cursivas.

3.7 Queroseno parafínico sintetizado por hidroprocesamiento de hidrocarburos, ésteres y ácidos grasos: Cada lote de componente sintético de mezcla producido a partir de hidrocarburos ésteres y ácidos grasos bioderivados para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A7.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A7.2

Tabla A.7.1.

Requisitos detallados del lote; SPK de hidrocarburos hidroprocesados, ésteres y ácidos grasos^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HC-HEFA-SPK	Método de ensayoB
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física				ASTM D86 ^C o IP 123 ^C o ASTM D7344 o ASTM D7345
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T90-T10	°C	Min	22	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				ASTM D2887 ^{D,E}
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HC-HEFA-SPK	Método de ensayoB
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^F	ASTM D56 o ASTM D3828 ^G o ASTM D7236 ^G , IP 170 ^G , IP 523 ^G o IP 524 ^G
Densidad a 15°C	kg/m3		730 a 800 ^H	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Punto de humo	mm	Min	25 ^O	ASTM D1322/IP 598
Gomas existentes	mg/100 mL	Máx	7	ASTM D381, IP 540
FAME	mg/kg	Máx	<5 ^I	IP585 o IP 590
Estabilidad térmica a 2,5 h, temperatura ^J	°C	Min	325 ^K	ASTM D3241 ^L /IP 323 ^L
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos ^M				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tornasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm2	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^N	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A7.1) se deben consultar en la Tabla A7.1 de la norma ASTM D7566.
^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A7.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A7.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.
^D No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86. La correlación proporcionada en el anexo X4 de la norma D2887 no es necesariamente correcta para componentes sintéticos de mezcla del combustible para jet.
^E El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.
^F Se puede acordar una especificación de punto de inflamación más alta o baja entre el comprador y el proveedor. Cuando el punto de inflamación acordado sea inferior a 38 °C, entonces el producto no se debe denominar SPK o queroseno, pero se puede usar como componente de mezcla acorde con el anexo A7 de la norma ASTM D7566.
^G En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).
^H Los datos de apoyo relacionados con el límite máximo de densidad se han presentado en la sede central de ASTM International y se pueden obtener solicitando el Informe de Investigación RR:D02-1925. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.
^I En el punto de fabricación.
^J Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.
^K En el punto de fabricación. La temperatura de control de 325 °C se especifica para proporcionar una verificación periódica, lote por lote, de la estabilidad del proceso y la consistencia de la composición.
^L El método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para jet en aspectos de seguridad operativa y cumplimiento normativo. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/ IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/ IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor., Sugar Grove, IL, 60554- 9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.
^M Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrológicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.
^N Se debe agregar antioxidante al producto a granel antes de movimientos u operaciones que expongan significativamente el producto al aire, de tal manera que garantice una mezcla adecuada. Esto se debe hacer tan pronto como sea posible después del hidroprocesamiento o fraccionamiento, para evitar la peroxidación y la formación de goma después de la fabricación. Los mezcladores en línea por inyección y en tanque se consideran métodos aceptables para garantizar una mezcla adecuada.
^O El objetivo final del comité D02 de la ASTM es hacer la transición de este requisito de punto de humo por lotes a un requisito de gestión del cambio una vez que se haya ganado suficiente experiencia en la producción.

Tabla A7.2.

Otros requisitos detallados; SPK de hidrocarburos hidroprocesados, ésteres y ácidos grasos^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HC-HEFA-SPK	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas	% masa	Máx	50 ^C	ASTM D2425
Aromáticos	% masa	Máx	0,5	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A7.2) se deben consultar en la Tabla A7.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados de ensayo de los requisitos se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A.7.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes de mezcla sintéticos aprobados y está dentro del rango típico de las mezclas refinadas.

3.8 Queroseno parafínico sintético de alcohol a chorro con aromáticos (ATJ-SKA): Cada lote de componente sintético de mezcla de queroseno parafínico sintético con aromáticos de alcohol a avión (ATJ-SKA) para mezcla con combustibles de aviación tipo turbina debe cumplir con los requisitos prescritos en la Tabla A8.1. Otros requisitos detallados se encuentran en la Tabla A8.2.

Tabla A8.1.

Requisitos detallados del lote; Alcohol a chorro con aromáticos (ATJ-SKA)^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ SKA	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN				
Aromáticos	% vol	Máx	20	ASTM D1319 o IP 156 ^C o ASTM D8305 ^N
	% vol	Min	8	
Aromáticos	% masa	Máx	21,2	ASTM D6379/IP 436
	% masa	Min	8,4	
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,015	ASTM D3242/IP 354
VOLATILIDAD				
Destilación física: deberán cumplirse los dos requisitos siguientes:				ASTM D86 ^D
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T50-T10	°C	Min ^{K,L}	15	
T90-T10	°C	Min ^{K,L}	40	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Destilación simulada				ASTM D2887 o IP 406 ^{E,F}

Parámetro	Unidad	Máx/Min	ATJ SKA	Método de ensayo ^B
10% recuperado, temperatura (T10)	°C		Reportar	
20% recuperado, temperatura (T20)	°C		Reportar	
50% recuperado, temperatura (T50)	°C		Reportar	
80% recuperado, temperatura (T80)	°C		Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C		Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C		Reportar	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^F	ASTM D56 o ASTM D3828 ^G o ASTM D7236 ^G , IP 170 ^G , IP 523 ^G o IP 524 ^G
Punto de congelación	°C	Máx	-40	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16
Viscosidad -40°C	mm ² /s ^H	Máx	12	ASTM D445 o IP 71, Sección 1, ^M o ASTM D7945
Densidad a 15°C	kg/m ³		775 a 840	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Estabilidad térmica a 2,5 h, temperatura de control de 325°C, min				ASTM D3241 ^I /IP 323 ^I
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos: ^J				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo torasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
ADITIVOS				
Antioxidantes ^P	mg/L	Min	17	
		Máx	24	

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A8.1) se deben consultar en la Tabla A8.1 de la norma ASTM D7566.

^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A8.1 se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.

^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A8.5.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.

^C Al analizar el combustible de aviación tipo turbina mediante la norma ASTM D1319 o IP 156, los usuarios no deben reportar resultados obtenidos usando cualquiera de los siguientes números de lote de indicador fluorescente de gel teñido: 3000000975, 3000000976, 3000000977, 3000000978, 3000000979 y 3000000980.

^D La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.

^E No convierta las temperaturas medidas mediante la norma ASTM D2887 a equivalentes para la norma ASTM D86. La correlación proporcionada en el Apéndice X4 de D2887 no es necesariamente correcta para los componentes de mezcla de combustible sintético para aviones.

^F El ensayo de la norma ASTM D2887 está diseñado para proporcionar datos que pueden utilizarse para identificar cualquier cambio de composición que pueda ocurrir debido a cambios en el procesamiento o a contaminación.

^G En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).

^H 1 mm²/s=1cSt

^I El método de ensayo ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para aviones para la seguridad operativa y regulatoria de la aviación. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM Internacional y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554-9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como una aprobación o certificación.

^J Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrología, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM Internacional, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org.

^K Los criterios mínimos de aromáticos y pendiente de destilación solo se aplican a los combustibles de turbinas de aviación que contienen hidrocarburos sintetizados producidos según esta especificación y no son aplicables a los combustibles de turbinas de aviación convencionales producidos según la especificación D1655. Es posible que algunos lotes de combustibles para turbinas de aviación producidos según la especificación D1655 no cumplan con los criterios mínimos de aromáticos y pendiente de destilación especificados en la Tabla 1 de esta especificación.

^L Estos límites de la pendiente de destilación se basan en la experiencia actual con los combustibles sintéticos aprobados y estos valores se establecieron a partir de lo que es típico para el combustible refinado para aviones. Se están llevando a cabo investigaciones sobre los requisitos reales para la pendiente de destilación.

^M D445 o IP 71, Sección 1 permite medir la viscosidad a -40 °C, sin embargo, los valores de precisión se determinaron hasta -20 °C. Los datos que correlacionan los resultados de las pruebas a -40 °C para D445 y otros métodos de prueba ASTM relacionados se proporcionan en el Informe de investigación RR: D02-1776, Evaluación de isoparafinas sintetizadas producidas a partir de azúcares fermentados hidroprocesados (SIPFuels), preparado por TOTALNew Energies, Amyris, Inc. y el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (AFRL), versión final, febrero de 2014.

^N Los resultados del método de ensayo D8305 se corregirán por sesgo utilizando la ecuación de corrección de sesgo para los aromáticos totales de la sección 13 (Precisión y sesgo) del método de ensayo D8305. El resultado de los aromáticos corregidos por sesgo también se utilizará en el método de ensayo D3338.

^O En el punto de fabricación.

Tabla A8.2.

Otros requisitos detallados; Alcohol-to-jet (ATJ SKA) ^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	HC-HEFA-SPK	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN DE HIDROCARBUROS				
Cicloparafinas	% masa	Máx	40 ^C	ASTM D2425
Parafinas	% masa		Reportar	ASTM D2425
Carbono e hidrógeno	% masa	Min	99,5	ASTM D5291
COMPOSICIÓN NO HIDROCARBONADA				
Nitrógeno	mg/kg	Máx	2	ASTM D4629/IP 379
Agua	mg/kg	Máx	75	ASTM 6304 o IP438
Azufre	mg/kg	Máx	15	ASTM D5453 o ASTM D2622
METALES				
Al, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Sn, Sr, Ti, V, Zn	mg/kg	Máx	0,1 por metal	ASTM D7111 o UOP 389
Halógenos	mg/kg	Máx	1	ASTM D7359

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A8.2) se deben consultar en la Tabla A8.2 de la norma ASTM D7566.
^A Para la conformidad de los resultados de ensayo de los requisitos se debe consultar la sección 7.4 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección A.8.6.2 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C La composición máxima de cicloparafinas se basa en la experiencia actual con los componentes de mezcla sintéticos aprobados y está dentro del rango típico de las mezclas refinadas.

3.9 Requisitos detallados de los combustibles para turbinas de aviación que contienen hidrocarburos sintetizados: La Tabla A.9 contiene los requisitos de calidad para los combustibles de aviación convencional que contengan componentes sintéticos de mezcla - SBC, conforme se establece en la Tabla 1 de la norma ASTM D7566.

Tabla A9.

Requisitos detallados para los combustibles de aviación tipo turbina que contienen hidrocarburos sintéticos^A

Fuente: mesa técnica para asuntos regulatorios del equipo de trabajo para la construcción de la hoja de ruta del combustible sostenible de aviación

Parámetro	Unidad	Máx/Min	Jet A/Jet A-1	Método de ensayo ^B
COMPOSICIÓN				
Acidez total	mg KOH/g	Máx	0,10	ASTM D3242/IP 354
Aromáticos	% vol	Máx	8 ^{C,D} a 25	ASTM D1319 o IP 156, ^E ASTM D8267 o ASTM D8305 ^F
Aromáticos	% vol	Máx	8,4 ^{C,D} a 26,5	ASTM D6379/IP 436
Azufre ^G	%masa	Máx	0,003	ASTM D3227/ IP 342
Azufre total ^G	%masa	Máx	0,30	ASTM D1266, ASTM D2622, ASTM D4292, ASTM D5453 o IP 336
VOLATILIDAD				
Destilación física				
10% recuperado, temperatura (T10)	°C	Máx	205	ASTM D86 ^H , ASTM D2887/IP 406 ^I , ASTM D7344 ^{J,K} , ASTM D7345 ^L o IP 123 ^H
50% recuperado, temperatura (T50)	°C	Máx	Reportar	
90% recuperado, temperatura (T90)	°C	Máx	Reportar	
Punto de ebullición final, temperatura	°C	Máx	300	
T50-T10	°C	Min ^{D,L}	15	
T90-T10	°C	Min ^{D,L}	40	
Residuo de destilación	%	Máx	1,5	
Pérdida de destilación	%	Máx	1,5	
Punto de inflamación	°C	Min	38 ^M	ASTM D56 o ASTM D3828 ^N o ASTM D7236 ^N , IP 170 ^N , IP 523 ^N o IP 524 ^N
Densidad a 15°C	kg/m3		775 a 840	ASTM D1298 o IP 160, ASTM D4052 o IP365
Punto de congelación	°C	Máx	-40 Jet A ^O -47 Jet A-1 ^O	ASTM D5972/IP 435, ASTM D7153/IP 529, ASTM D 7154 o IP 528 o ASTM D2386/IP 16

Parámetro	Unidad	Máx/Min	Jet A/Jet A-1	Método de ensayo ^B
VISCOSIDAD				
Tabla A.1 y A.4 Viscosidad -20°C ^P	mm ² /s	Máx	8,0	ASTM D445 ^R o IP 71, Sección 1 ^R , ASTM D7042 ^Q , ASTM D7945
Tabla A.5 menos a 30% Viscosidad -20°C ^P	mm ² /s	Máx	12	
Tabla A.2, A.3, A.6, A.7 y A.8. Viscosidad -20°C ^P	mm ² /s	Máx	8,0	
Tabla A.2, A.3, A.6, A.7 y A.8. Viscosidad -40°C ^P	mm ² /s	Máx	12	
Tabla A.5 mayor a 30% Viscosidad -20°C ^P	mm ² /s	Máx	8,0	
Tabla A.5 mayor a 30% Viscosidad -40°C ^P	mm ² /s	Máx	12	
LUBRICIDAD				
Lubricidad ^S	mm	Máx	0,85	ASTM D5001
COMBUSTIÓN				
Calor neto de combustión	MJ/kg	Min	42,8 ^T	ASTM D4529, ASTM D3338, ASTM D4809 o IP 12
Se debe cumplir uno de los siguientes requisitos				
Punto de humo	mm	Min	25	ASTM D1322/IP 598
Punto de humo y Naftalenos	mm %vol	Min Máx	18,0 3,0	ASTM D1322/IP 598 ASTM D1840 o ASTM D8305 ^U
CORROSIÓN				
Lámina de cobre, 2h a 100°C		Máx	No.1	ASTM D130 o IP154
Estabilidad térmica ^V a 2,5 h, temperatura de control 260°C, mínimo				ASTM D3241 ^W /IP323 ^W
Caída de presión del filtro	mmHg	Máx	25	
Clasificación del tubo: se debe cumplir uno de los siguientes requisitos ^X				
(1) Anexo A1 VTR, Código de color VTR		Menor de	3 sin depósitos de color anormal o tipo tornasol (peacock)	
(2) Anexo A2 ITR o Anexo A3 ETR o Anexo A4 MWETR	nm en área promedio de 2,5 mm ²	Máx	85	
CONTAMINANTES				
Gomas existentes	mg por 100 mL	Máx	7	ASTM D381 o IP 540
MICROSEPARÓMETRO ^S				
Sin aditivo de conductividad eléctrica	Índice	Min	85	ASTM D3948
Con aditivo de conductividad eléctrica	Índice	Min	70	ASTM D3948
ADITIVOS				
Conductividad eléctrica	pS/m		Y	ASTM D2624/IP 274

Las especificaciones de la presente tabla (Tabla A9) se deben consultar en la Tabla 1 de la norma ASTM D7566.
^A Para conocer el cumplimiento de los resultados de los requisitos de la Tabla A9 se debe consultar la sección 7.3 de la norma ASTM D7566.
^B Los métodos de ensayo indicados en esta tabla se mencionan en la sección 11 de la norma ASTM D7566. Los métodos de ensayo de arbitraje se indican en cursiva, según aplique.
^C El contenido mínimo de compuestos aromáticos se basa en la experiencia actual con las mezclas aprobadas de componentes sintéticos de mezcla con combustibles derivados del petróleo convencionales, y estos niveles se establecieron a partir de lo que es típico para combustibles refinados para jet. Se están realizando investigaciones sobre la necesidad real de compuestos aromáticos.
^D Los criterios mínimos para los compuestos aromáticos y para la pendiente de la destilación sólo se aplican a los combustibles de aviación tipo turbina que contienen hidrocarburos sintéticos producidos bajo esta norma, y no son aplicables a los combustibles de aviación tipo turbina convencionales producidos bajo la norma ASTM D1655. Algunos lotes de combustible de aviación tipo turbina producidos de acuerdo con la norma ASTM D1655 pueden no cumplir con los criterios mínimos para el contenido de aromáticos y para la pendiente de la destilación que se indican en Tabla 1 de esta norma.
^E Al analizar el combustible de aviación tipo turbina mediante la norma ASTM D1319 o IP 156, los usuarios no deben reportar resultados obtenidos usando cualquiera de los siguientes números de lote de indicador fluorescente de gel teñido: 3000000975, 3000000976, 3000000977, 3000000978, 3000000979 y 3000000980.
^F Los resultados del método de ensayo de la norma ASTM D8305 se deben corregir respecto al sesgo, utilizando la fórmula de corrección de sesgo para aromáticos totales del numeral 13 (Precision and Bias) de la norma ASTM D8305. Los resultados corregidos respecto al sesgo también se deben utilizar para la norma ASTM D3338.
^G Puede omitirse la determinación de azufre como mercaptano si el combustible se considera dulce según el ensayo de la prueba doctor descrita en el método de ensayo de las normas ASTM D4952 o IP 30.
^H La destilación de combustible para aviones de acuerdo con las normas ASTM D86 o IP 123 se realiza en condiciones del Grupo 4, excepto que se utiliza la temperatura del condensador del Grupo 3.
^I Los criterios de las propiedades de destilación se especifican en las unidades de escala de la norma ASTM D86 o IP 123. Los resultados de las normas ASTM D2887 o / IP 406 se deben convertir a los resultados estimados de las normas ASTM D86 o IP 123 mediante la aplicación de la correlación del anexo X4 de la norma ASTM D2887, o del anexo G de la norma IP 406, para las comparaciones con los criterios de propiedades especificados. Los límites de residuos y pérdidas de destilación proporcionan un control del proceso de destilación durante el uso del método de ensayo de las normas ASTM D86 e

Parámetro	Unidad	Máx/Min	Jet A/Jet A-1	Método de ensayo ^B
IP 123, y no se aplican al método de ensayo de la norma ASTM D2887/IP 406. Los residuos de destilación y las pérdidas se deben informar como "no aplicables" (N/A) cuando se informen los resultados del método de ensayo de la norma ASTM D2887 o /IP 406.				
^J Los resultados de los métodos de ensayo de las normas ASTM D7344 y ASTM D7345 deberán corregirse en función del sesgo.				
^K Los datos que respaldan la inclusión de la metodología D7344 están archivados en la sede de ASTM International y se pueden obtener solicitando Informes de investigación RR:D02-1621 y RR:D02-1855. Comuníquese con el Servicio de atención al cliente de ASTM en service@astm.org .				
^L Estos límites de pendiente de destilación se basan en la experiencia actual con las mezclas aprobadas de componentes sintéticos con combustibles convencionales derivados del petróleo y estos valores se establecieron a partir de lo típico del combustible refinado para aviones. Se están realizando investigaciones sobre los requisitos reales para la pendiente de destilación.				
^M Se puede acordar una especificación de punto de inflamación mínimo más alto entre el comprador y el proveedor.				
^N En relación con el método de prueba ASTM D56, los resultados obtenidos con el método de prueba: ASTM D93 pueden ser hasta 1,5 °C más altos; IP 170, IP 534 y ASTM D7236 pueden ser hasta 0,5 °C más altos; ASTM D3828 (IP 523) puede ser hasta 0,5 °C más bajo (un informe de investigación está pendiente de presentarse ante ASTM y está disponible en el Energy Institute como ILS2019_MMS_1).				
^O Se podrán acordar otros puntos de congelación entre el proveedor y el comprador.				
^P 1 mm ² /s=1cSt				
^Q Los resultados del método de ensayo ASTM D7042 se convertirán en resultados de viscosidad cinemática con corrección de sesgo mediante la aplicación de la corrección descrita en el Método de ensayo ASTM D7042, sección 15.4.4.				
^R ASTM D445 o IP 71, Sección 1 permite medir la viscosidad a -40 °C, sin embargo los valores de precisión se determinaron hasta -20 °C. Datos que correlacionan los resultados de las pruebas a -40 °C para la norma ASTM D445 y otros métodos de prueba ASTM relacionados se proporcionan en el Informe de investigación R:D02-1776, Evaluación de isoparafinas sintetizadas producidas a partir de hidroprocesados Azúcares fermentados (SIP Fuels), preparado por TOTAL New Energies, Amyris, Inc. y el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (AFRL), versión final, febrero 2014.				
^S En el punto de fabricación				
^T Para todos los grados, use la Ecuación 1 o la Tabla 1 establecidas en el método de ensayo de la norma ASTM D4529 o la ecuación 2 en el Método de ensayo de la ASTM D3338 o IP 12. Se puede usar el Método de prueba D4809 como alternativa.				
^U Los resultados del Método de ensayo de la norma ASTM D8305 se corregirán por sesgo utilizando la ecuación de corrección de sesgo para aromáticos polinucleares totales en la Sección 13 (Precisión y sesgo) de la norma ASTM D8305.				
^V Al analizar el combustible de turbinas de aviación o los componentes de mezcla sintética mediante el método de ensayo ASTM D3241 o IP 323, los usuarios no deberán informar los resultados obtenidos utilizando un instrumento 230 Mk IV que contenga un filtro de combustible interno no consumible en línea ubicado aguas arriba del prefiltro de 0,45 µm.				
^W El método de ensayo ASTM D3241/IP 323 para la estabilidad térmica es un ensayo crítico del combustible de aviación, cuyos resultados se utilizan para evaluar la idoneidad del combustible para aviones para la seguridad operativa y regulatoria de la aviación. La integridad de los ensayos de la norma ASTM D3241/ IP 323 requiere que los tubos de calentamiento (cupón de prueba) cumplan los requisitos de la Tabla 2 de la norma ASTM D3241 y proporcionen resultados equivalentes que los tubos de calentamiento suministrados por el fabricante del equipo original (OEM) sometidos al ensayo de la norma ASTM D3241. Un protocolo de ensayo para demostrar la equivalencia de los tubos de calentamiento de otros proveedores se encuentra archivado en la sede central de ASTM International y puede obtenerse solicitando el Informe de Investigación RR: D02-1550. Para el desarrollo del método de ensayo de la norma ASTM D3241/IP 323 se utilizaron tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por el OEM (PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064). Se demostró que los tubos de calentamiento y kits de filtro fabricados por Falex (Falex Corporation, 1020 Airpark doctor, Sugar Grove, IL, 60554- 9585) dan resultados equivalentes (véase la norma ASTM D3241 para referencias de informes de investigación). Estos hechos históricos no deberían interpretarse como un aprobación o certificación.				
^J Las clasificaciones de los depósitos en los tubos se deben realizar según el Anexo A2, ITR, o Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR, de la norma ASTM D3241, cuando estén disponibles. Si el dispositivo ITR del Anexo A2 reporta "N/A" para la medición de volumen de un tubo, el ensayo debe ser considerado como un fallo y el valor se reporta como > 85 nm. La clasificación visual del tubo de calentamiento mediante el Anexo A1 de la norma ASTM D3241 no es necesaria cuando se informan las mediciones del espesor de los depósitos mediante el Anexo A2, ITR, o el Anexo A3, ETR o Anexo A4 MWETR. En caso de disputa entre los resultados de los métodos visuales y los de los métodos metrológicos, se debe considerar que el método de arbitraje es el método del Anexo A3, ETR, si está disponible; de lo contrario, será el del Anexo A2, ITR o Anexo A4 MWETR. Los datos que soportan la inclusión del A4 MWETR están archivados en la sede central de ASTM International, y pueden ser obtenidos solicitando los Informes de Investigación RR:D02-2072. Póngase en contacto con el Servicio de Atención al Cliente de ASTM en service@astm.org .				
^Y Según el comprador, la conductividad será de 50 pS /m a 600 pS/m en las condiciones en el punto de entrega. (1 pS/m = 1 x 10 ⁻¹² O -1m-1).				

Artículo 3°. la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil), podrá autorizar a las empresas de aviación el uso de los combustibles semisintéticos mezclados, coprocesados y de componentes sintéticos para mezcla (SBC) para en motores tipo turbina, siempre y cuando cumplan con los parámetros de calidad del presente apéndice sin perjuicio de la demás reglamentación y requisitos que determine el Ministerio de Minas y Energía sobre la materia.

Artículo 4°. Una vez publicado en el *Diario Oficial*, incorpórese las presentes disposiciones que con ellas se adopten en la edición oficial de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia publicada en la página web www.aerocivil.gov.co.

Artículo 5°. La presente resolución rige a partir de su publicación en el *Diario Oficial* y deroga las demás disposiciones que le sean contrarias.

Artículo 6°. Las demás disposiciones de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, que no hayan sido expresamente modificados con el presente acto administrativo, continuarán vigentes conforme al texto actual.

Publíquese y cúmplase.

Dado en Bogotá, D. C., a 24 de octubre de 2024.

El Director General

Sergio París Mendoza.

(C. F.)

CONTENIDO

UNIDADES ADMINISTRATIVAS ESPECIALES	Págs.
Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil	
Resolución número 02301 de 2024, por la cual se adicionan unas definiciones a la Norma RAC 216, y un Apéndice 10 de la Norma RAC 216 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.	1

IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA - 2024

COMUNICACIÓN GRÁFICA

Ofrecemos productos y servicios que **posicionarán la imagen** de su empresa.

- Campañas de publicidad
- Servicio Hosting
- Material promocional



¿QUIÉNES SOMOS?

Somos una empresa industrial y comercial del Estado con más de **cien años de experiencia** en **producción editorial**. Nuestra planta cuenta con personal técnico calificado y modernos procesos de pre prensa digital, CTP, impresión offset y digital y acabados, para brindarles a nuestros clientes soluciones integrales de comunicación gráfica.

Nuestro producto insignia es el *Diario Oficial* de Colombia en el que publicamos las normas del Estado.

¿POR QUÉ CONTRATAR CON NOSOTROS?

- Porque somos la solución integral a sus necesidades gráficas.
- Porque suscribimos contratos interadministrativos de manera directa entre entidades públicas
- Por agilidad y transparencia
- Porque somos cumplidos y hacemos trabajos con calidad.

