

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-038



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

COL-21-10-GIA

Falla no contenida de motor
(SCF-PP)

A300B4-203(F)

Matrícula YV506T

11 de marzo de 2021

Bogotá D.C. - Colombia



ADVERTENCIA

El presente Informe Final refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes, GRIAA, en relación con el evento que se investiga, a fin de determinar las causas probables y los factores contribuyentes que lo produjeron. Así mismo, formula recomendaciones de seguridad operacional con el fin de prevenir la repetición de eventos similares y mejorar, en general, la seguridad operacional.

De conformidad con lo establecido en la Parte 114 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 114, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, *“El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”*.

Por lo tanto, ningún contenido de este Informe Final, y en particular las conclusiones, las causas probables, los factores contribuyentes y las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos, y especialmente para fines legales o jurídicos, es contrario a los propósitos de la seguridad operacional y puede constituir un riesgo para la seguridad de las operaciones.

CONTENIDO

CONTENIDO	3
SIGLAS	5
SINOPSIS	6
RESUMEN	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1 Historia de vuelo	7
1.2 Lesiones personales.....	8
1.3 Daños sufridos por la aeronave	8
1.4 Otros daños.....	8
1.5 Información personal	9
1.6 Información sobre la aeronave	10
Motor No. 1.....	10
Motor No. 2.....	10
1.7 Información Meteorológica	11
1.8 Ayudas para la Navegación.....	11
1.9 Comunicaciones	11
1.10 Información del Aeródromo	11
1.11 Registradores de Vuelo	12
1.11.1 Descripción de la grabación.....	12
1.11.2 Altitud de presión.....	12
1.11.3 Correlación de tiempo	12
1.12 Información de las partes desprendidas y estado de la aeronave.....	14
1.12.1 Turbina de baja presión	14
1.12.2 Sección caliente del motor	15
1.12.3 Daños en las superficies del avión	18
1.13 Información médica y patológica.....	18
1.14 Incendio.....	18
1.15 Aspectos de supervivencia.....	18
1.16 Ensayos e investigaciones	19
1.16.1 Inspección de campo a la turbina y reconocimiento de partes	19
1.17 Información sobre la organización y la gestión.....	22

1.18	Información adicional.....	23
1.18.1	Discrepancia anterior	23
1.18.2	Ocurrencia previa de eventos similares	23
1.18.3	Directiva de Aeronavegabilidad	23
1.19	Técnicas útiles o eficaces de investigación	23
2.	ANÁLISIS	24
2.1	Procedimientos Operacionales	24
2.2	Procedimientos de mantenimiento	24
2.2.1	Fallas similares ocurridas con anterioridad	24
2.2.2	Directiva de Aeronavegabilidad AD-2012-02-07	26
2.2.3	Procedimiento para el cambio de los discos	27
2.2.4	Programa de mantenimiento del operador de acuerdo con el Manual.....	27
2.2.5	Pruebas boroscópicas.....	29
2.2.6	Resultados informados de la prueba boroscópica	31
2.2.7	Secuencia de la falla	32
3.	CONCLUSIÓN.....	33
3.1	Conclusiones.....	33
3.1.1	Generales.....	33
3.1.2	Tripulación.....	34
3.1.3	Aeronave	34
3.2	Causa probable.....	35
3.3	Factores contribuyentes	35
3.4	Taxonomía OACI	35
4.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	36

SIGLAS

ft	Pies
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes
HL	Hora Local
h	Horas
KT	Nudos
lb	Libras
m	metros
NTSB	National Transportation Safety Board
PCA	Piloto Comercial de Avión
RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
UTC	Tiempo Coordinado Universal
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VMC	Visual Meteorological Conditions
AP	Piloto Automático
ATC	Control de Tránsito Aéreo
CAA	Autoridad de Aviación Civil de Colombia
CVR	Registrador de Voces de Cabina
FDR	Registrador de Datos de Vuelo
GS	Glide Slope
KT	Nudos
lb	Libras
LH	Izquierdo
PIC	Piloto en Comando
PTL	Piloto de Transporte de Línea
RA	Altura Radio Altimétrica
RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
SKBO	Aeródromo Eldorado – Bogotá D.C – Colombia
SM	Supervisor de Área de Maniobras

SINOPSIS

Aeronave:	Airbus A300B4-203(F), YV 506T
Fecha y hora Incidente grave:	11 de marzo de 2021, 00:15:56 HL (05:15:56 UTC)
Lugar Incidente Grave:	Aeropuerto Internacional Eldorado (OACI: SKBO) – Bogotá D.C. – Colombia.
Coordenadas:	N04°41'39.79" – W074°07'37.21"
Tipo de Operación:	Transporte Aéreo no Regular de Carga.
Personas a bordo:	06 tripulantes (Piloto, Copiloto, Ingeniero de vuelo, Técnico, Despachador y Maestro de carga)

RESUMEN

El 10 de marzo de 2021, la aeronave Airbus A300B4 de transporte comercial no regular de carga, identificada como vuelo TIW1526, se disponía a cumplir un vuelo entre el aeropuerto Internacional Eldorado (OACI: SKBO) – Colombia, y el aeropuerto internacional Tocumen (OACI: MPTO) – Panamá.

En la carrera de despegue, con aproximadamente 40 nudos, ocurrió una falla del motor izquierdo (No. 1), por desintegración, no contenida, de varios de sus componentes.

La tripulación abortó el despegue, aseguró el motor No. 1 y regresó a la plataforma. Una inspección al aeródromo confirmó la presencia de varios componentes desprendidos de la aeronave, alguno de los cuales llegó más allá de los límites del aeródromo.

Inspeccionada la aeronave se confirmó un daño severo en el motor izquierdo, con desprendimiento de varias secciones de la parte posterior (sección caliente), así como varios daños menores en fuselaje y superficies de control por impacto de partes desprendidas.

La investigación determinó que el incidente grave se produjo por la siguiente causa probable:

- Falla del motor izquierdo de la aeronave originada por el desprendimiento por fatiga de los álabes de la sección de turbina de baja presión (low pressure turbine).

Como factores contribuyentes se encontraron:

- Inobservancia de los procesos de mantenimiento por parte del explotador, al no dar cumplimiento a lo establecido por el fabricante en la Directiva de Aeronavegabilidad FAA 2012-02-07, del 01-nov-12 y que dictaminaba el cambio de los álabes que fallaron.
- Carencia en el explotador de un programa efectivo de verificación de proveedores y de supervisión y verificación de los resultados de las pruebas boroscópicas realizadas al motor y que no permitieron identificar y aplicar medidas correctivas a la erosión encontrada en la punta de los álabes en inspecciones efectuadas siete (7) ciclos antes de la falla.

La investigación emitió seis recomendaciones de seguridad operacional.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Historia de vuelo

El día 10 de marzo de 2021, la aeronave Airbus A300B4 de transporte comercial no regular de carga, efectuó un vuelo entre el aeropuerto internacional Maiquetía (OACI: SVMI) y el aeropuerto internacional Eldorado (OACI: SKBO) – Colombia. En el vuelo se presentó una vibración, que fue reportada por la tripulación a su llegada a Bogotá. En el reporte se indicaba que no se habían tomado parámetros del motor No. 1, por la fuerte vibración.

Como acción correctiva, en tierra, se efectuó la verificación visual del motor por parte de mantenimiento, y se inspeccionó el “chip detector”, sin encontrar condiciones anormales.

La tripulación tomó la decisión de continuar con el siguiente vuelo, como vuelo TIW1526, entre el aeropuerto Internacional Eldorado (OACI: SKBO) – Colombia, y el aeropuerto internacional Tocumen (OACI: MPTO) – Panamá.

La aeronave fue abastecida con 46,296 lb de combustible y 3,665 lb de carga paga; la tripulación estaba compuesta por 06 integrantes: Piloto, Copiloto, 01 Ingeniero de vuelo, 01 técnico, 01 despachador y 01 maestro de carga; no había otros ocupantes; el peso total de despegue era de 230,183 lb.

A las 04:49 UTC, se efectuó el remolque y puesta en marcha de los motores de la aeronave en la plataforma de carga, y le fue autorizado su rodaje a la pista 31R, el cual se efectuó normalmente. Una vez alcanzó el punto de espera de la pista 31R, a las 05:15:00 UTC, el ATC le dio autorización para el despegue inmediato.

La tripulación entró a la pista, ajustó los mandos de potencia al 75%, para vencer la inercia de la aeronave; cuando se alcanzaron aproximadamente 40 nudos, se presentó la reducción súbita de los indicadores de los parámetros del motor izquierdo (No. 1) en cabina, acompañada de un fuerte ruido.

Inmediatamente, la tripulación abortó el despegue, desaceleró la aeronave, apagó el motor izquierdo e informó al ATC sobre el abortaje a las 05:17:07 UTC; el ATC le instruyó a la aeronave para abandonar la pista.

Otra aeronave que rodaba para despegar, detrás del vuelo TIW1526 (vuelo LAE1838), comunicó al ATC que había observado la explosión del motor de la aeronave que despegaba.

En consecuencia, el ATC ordenó la inspección de pista por parte del Supervisor de Área de Maniobras (SM); mientras tanto, el vuelo TIW1526 continuó su rodaje con el motor derecho y a las 05:21:00 UTC arribó a la plataforma de carga, en donde personal técnico confirmó el daño en el motor izquierdo de la aeronave, haciéndose notoria la ausencia de varias secciones de la parte posterior (sección caliente) de la planta motriz.

El SM confirmó la presencia de escombros y varios componentes evidentemente desprendidos de la aeronave Airbus A300. La rueda de turbina de baja presión, (low pressure turbine, LPT), etapas No. 3 y 4, que se desprendió del motor, rompió y atravesó la malla perimetral del aeropuerto Eldorado e impactó contra la puerta de un local (bodega) ubicada por fuera del aeródromo.

Adicionalmente, se encontraron daños menores en la superficie de la aeronave como consecuencia de los impactos recibidos de algunas de las partes desprendidas del motor.

El evento ocurrió en condiciones nocturnas y en condiciones meteorológicas VMC.

No se presentaron lesionados.

La Autoridad de Investigación de Accidentes de Colombia (Grupo de Investigación de Accidentes – GRIAA) fue alertado a las 05:30 UTC por parte del Operador del aeródromo Eldorado, y fueron designados tres (3) investigadores quienes se desplazaron al aeropuerto para iniciar la investigación.

De acuerdo con los protocolos de OACI, Anexo 13, se efectuó la notificación del incidente grave a la Organización de Aviación Civil Internacional, a la Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile (BEA) como Estado de Fabricación de la aeronave, a la Junta Investigadora de Accidentes de la República Bolivariana de Venezuela como Estado de Matrícula y del Explotador, y a la National Transportation Safety Board (NTSB) de los Estados Unidos, como Estado de fabricación de las plantas motrices.

Fueron designados representantes acreditados y asesores técnicos para la investigación.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	6	-	6	-
TOTAL	6	-	6	-

1.3 Daños sufridos por la aeronave

Daños del motor izquierdo, No. 1:

Describirlos en detalle

Otros daños en la aeronave. Menores.

Como consecuencia de la falla no contenida del motor izquierdo, algunos álabes y otras partes desprendidas del motor i penetraron varias superficies de la aeronave, causando daños menores en el intradós del plano izquierdo, en las guías de los flaps, slats y flaps izquierdos, en el fuselaje ventral y en la tobera de salida de gases del motor derecho.

1.4 Otros daños

La turbina de baja presión, etapas 3 y 4, desprendida del motor, rompió y atravesó la malla de seguridad perimetral del aeropuerto el Dorado. Este componente terminó en la parte externa del aeropuerto golpeando y causando daños en la puerta metálica de una bodega.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	47 años
Licencia:	Piloto Transporte de línea – PTL
Nacionalidad:	Venezolana
Certificado médico:	Vigente, hasta 15 de mayo de 2020
Último chequeo en el equipo:	08 de febrero de 2021
Equipos Volados:	Boeing 767/57/73, Airbus 300, MD 80
Total, horas de vuelo:	17.394:45 h
Total, horas en el equipo:	491,7 h
Horas de vuelo últimos 90 días:	143,25 h
Horas de vuelo últimos 30 días:	69,45 h
Horas de vuelo últimos 3 días:	12,0 h

El Piloto al mando obtuvo su licencia de Piloto el 13 de julio de 2005, como Piloto de Transporte de Línea, en la República de Venezuela.

El chequeo de vuelo en el equipo A300 fue presentado el 08 de abril de 2020, ante la Autoridad Aeronáutica con resultados satisfactorios.

Realizó Curso recurrente de mercancías peligrosas y CRM el 18 de enero de 2021

Copiloto

Edad:	48 años
Licencia:	Piloto Comercial de Avión – PCA
Nacionalidad:	Venezolana
Certificado médico:	Vigente, hasta 12 de marzo de 2020
Último chequeo en el equipo:	08 de febrero de 2021
Equipos Volados:	Boeing/767/757/73
Total, horas de vuelo:	5.700,4 h
Total, horas en el equipo:	1.062,1 h
Horas de vuelo últimos 90 días:	118,35 h
Horas de vuelo últimos 30 días:	62,10 h
Horas de vuelo últimos 3 días:	01,50 h

El Primer Oficial obtuvo su licencia de Piloto el 20 de abril de 2006, con habilitación en aeronaves monomotor tierra hasta 5700 kg, instrumentos, y copiloto multimotores tierra hasta 5700 kg.

El chequeo de vuelo en el equipo A300 fue presentado el 05 de septiembre de 2020, ante la Autoridad Aeronáutica con resultados satisfactorios.

Realizó curso recurrente de mercancías peligrosas y CRM el 12 de febrero de 2021.

1.6 Información sobre la aeronave

Marca:	Airbus
Modelo:	A300-B4-203
Serie:	261
Matrícula:	YV 506T
Horas totales de vuelo:	64.654.50 h.
Certificado aeronavegabilidad:	012696, vigente
Certificado de matrícula:	007860, vigente
Última inspección efectuada:	11 marzo de 2021
Último servicio efectuado:	03 de marzo de 2021 – Boroscopio

La aeronave contaba con toda la documentación técnica y operacional vigente al momento del evento y se encontraba aeronavegable; se evidenció, en sus registros de mantenimiento, el cumplimiento de directivas, boletines o cartas de servicio.

No obstante, en los registros se encontraron reportes recientes de fuerte vibración.

El mantenimiento de la aeronave era realizado por la misma compañía; la última inspección registrada se había realizado el 03 de marzo de 2021.

La aeronave se encontraba operando con un Peso y Balance correcto, y dentro de todos los demás parámetros de operación.

Motor No. 1

Marca:	General Electric
Modelo:	TSIO-360-KB
Serie:	315498
Horas totales de vuelo:	34,654.50 h
Ciclos Totales:	16,220
Ciclos remanentes:	620

Motor No. 2

Marca:	General Electric
Modelo:	CF6-50C2
Serie:	455760

Horas totales de vuelo:	62,150.90 h
Ciclos Totales:	24,347
Ciclos remanentes:	444

El motor No. 1 había tenido su última reparación general el 29 de agosto del 2011, en Canadá, cuando tenía un total de 57,782 hrs y 21,791 ciclos.

Entonces operó en otra aeronave hasta el año 2013, cuando fue desmontado y permaneció dos años en tierra.

Posteriormente, el 26 de agosto de 2015, el motor fue instalado en la aeronave Airbus A300B YV560T, cuando acumulaba un total de 58,512 hrs y 22,402 ciclos de operación.

1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas en el aeropuerto el Dorado Bogotá (SKED) de acuerdo con el reporte METAR, eran las siguientes:

SKBO 110500Z 31003KT 9999 FEW017 BKN070 12/10 Q1027 NOSIG RMK A3035 =

Viento con una intensidad de 03 nudos de los 310°; visibilidad horizontal mayor a 10 km; cobertura del cielo con nubes dispersas a 1,700 pies AGL; nubes fragmentadas a 7,000 pies AGL; temperatura ambiente de 12°C y temperatura de punto de rocío 10°C; ajuste altimétrico 30,35 InHg.

Este factor no fue concurrente en el incidente grave.

1.8 Ayudas para la Navegación

No tuvieron incidencia en el incidente grave.

1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones se realizaron en frecuencia Eldorado Torre Norte (SKBO), frecuencia 118.6 MHz. Este factor no tuvo incidencia en el incidente grave.

1.10 Información del Aeródromo

El aeropuerto internacional Eldorado (OACI: SKBO) que sirve a la ciudad de Bogotá D.C., cuenta con dos (2) pistas paralelas de orientación 13L – 31R y 13R – 31L. La aeronave efectuaba el despegue por la pista 31L que tiene una longitud de 3,800 m por 45 m de ancho. La pista se encuentra a una elevación de 8,356 pies con una pendiente positiva de 0.04%.

La pista contaba con la respectiva señalización y demarcación, con instalación de luces PAPI, de umbral de pista, de toma de contacto, de eje de pista, de borde de pista y de extremo de pista. Las luces operaban correctamente en el momento del suceso.

La falla del motor y el desprendimiento de partes metálicas generaron FOD en la pista 31R y en las zonas de seguridad, las cuales fueron recolectadas por la investigación para análisis.

El aeródromo no tuvo influencia en la ocurrencia del incidente grave.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave estaba equipada con un CVR y un FDR. Durante la inspección de campo estos dispositivos fueron retirados de la aeronave y el 13 de marzo de 2021 fueron enviados a los laboratorios de la National Transportation Safety Board (NTSB) para descarga y análisis de información, lo cual se logró hacer de manera satisfactoria.

El FDR, marca Lockheed Aeronautical Systems, Model 209F (LAS 209F), estaba configurado con el sistema ARINC 573 y datos en formato binario en seis pistas de cinta Mylar de 1/4 de pulgada don señal análoga, para un total de 25 horas de los datos de vuelo registrados en una sola pista en una secuencia bidireccional predeterminada.

Se retiró la cinta y se digitalizó en los sistemas informáticos del laboratorio para su conversión a unidades de ingeniería y análisis.

1.11.1 Descripción de la grabación

La grabación FDR contenía aproximadamente 25 horas de datos.

El tiempo de los datos FDR se mide en el número de referencia de submarco (SRN), en donde cada SRN equivale a un segundo. La duración de la última etapa de vuelo de la grabación fue de aproximadamente 36 minutos.

Las conversiones de unidades de ingeniería utilizadas para los datos contenidos en este informe se basan en documentación de varias fuentes, incluido el fabricante de la aeronave, el fabricante de la unidad de adquisición de datos de vuelo (FDAU) y el proveedor de monitoreo de datos de vuelo (FDM) para el operador.

Este informe entrega detalles sobre la conversión de unidades de ingeniería para cada parámetro. Las conversiones se han modificado para garantizar que los parámetros se ajusten a la convención de señales estándar de la NTSB en el sentido de que los giros a la derecha son positivos (CRT=+).¹ Se enumeran los parámetros de FDR verificados y proporcionados en este informe.

1.11.2 Altitud de presión

Este FDR registra la altitud de presión, que se basa en un ajuste estándar del altímetro de 29,92 pulgadas de mercurio (inHg). La información de altitud de presión presentada en las gráficas FDR y los datos electrónicos no se han corregido para la configuración del altímetro local en el momento del incidente grave.

1.11.3 Correlación de tiempo

Las gráficas FDR y los datos tabulares correspondientes, contienen datos FDR registrados durante el vuelo del evento el 11 de marzo de 2021, así como de los tres vuelos anteriores. Todos los parámetros enumerados se trazan o se proporcionan en formato tabular.

La cinta se retiró de la grabadora y se digitalizó en los sistemas informáticos del laboratorio para su conversión a unidades de ingeniería y análisis.

La siguiente grafica se observa cómo al alcanzar la aeronave 54 kt, súbitamente el motor número 1 falla.

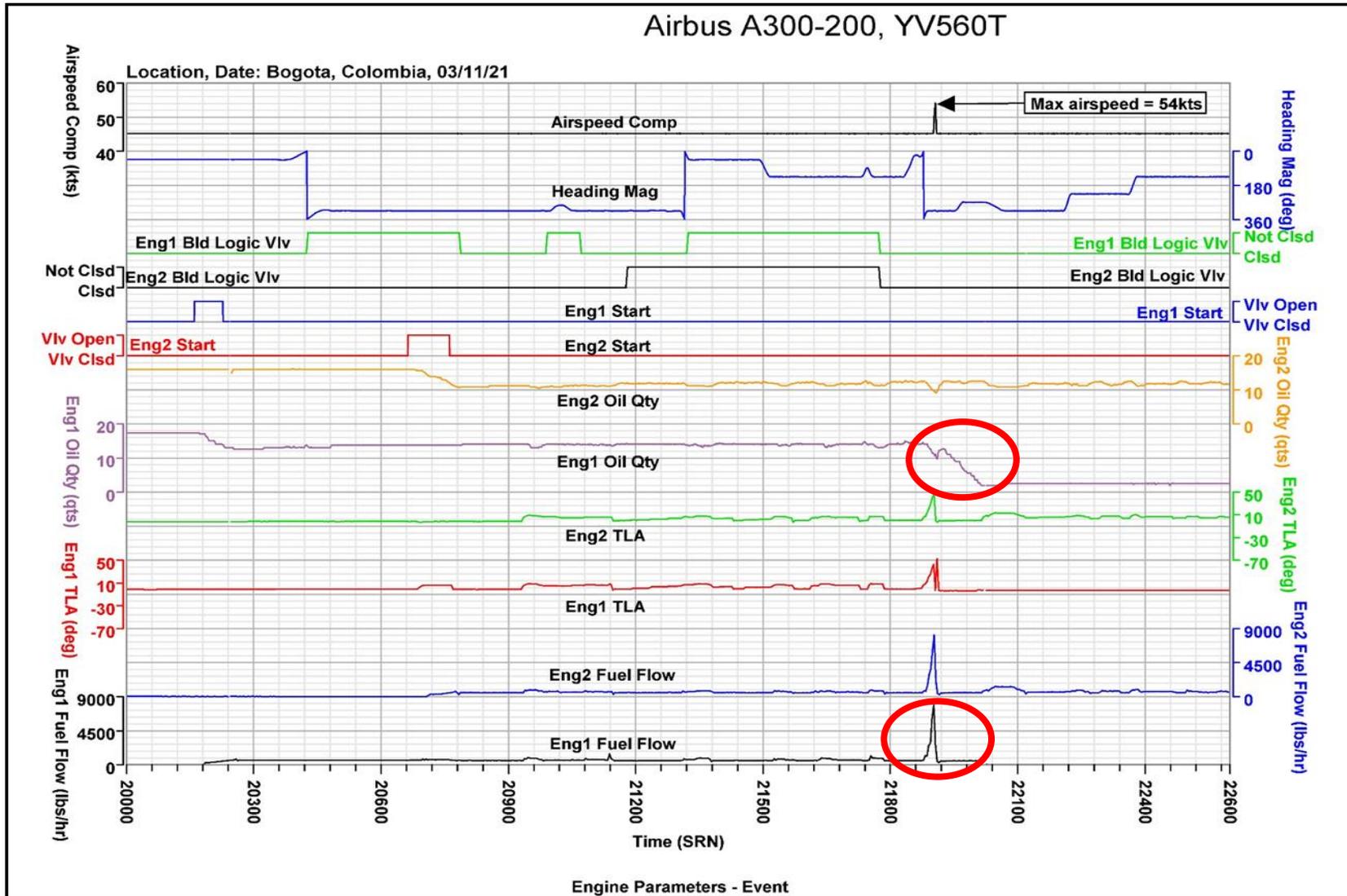


Imagen No. 1 Parámetros del motor en el momento del evento.

1.12 Información de las partes desprendidas y estado de la aeronave

Dentro de la investigación de campo efectuada por los investigadores de la Autoridad de Investigación de Accidentes de Colombia, fueron recuperados e identificados los restos del motor izquierdo sobre la superficie y en inmediaciones de la pista.

La falla no contenida del motor izquierdo se presentó sobre el eje de la pista 31R, aproximadamente en las coordenadas N04°41'39.79" W074°07'37.21", cuando el avión había recorrido aproximadamente 290 m en la carrera de despegue.

Todas las partes desprendidas fueron recuperadas y georefenciadas por los investigadores.

Los componentes desprendidos más grandes fueron la turbina de baja presión y el cono de escape. Las demás partes y componentes desprendidos eran en su mayoría, álabes, estatores del motor No. 1, que se encontraron dispersos en las inmediaciones de la posición donde ocurrió la falla, sobre la cabecera de la pista 31R y en la zona de seguridad.

1.12.1 Turbina de baja presión

Una de las partes desprendidas del motor, la turbina de baja presión (low pressure turbine, LPT), etapas No. 3 y No. 4, se desplazó en un ángulo aproximado de 90°, con respecto a la dirección del avión, cruzó la zona de seguridad, cruzó por encima del montículo de seguridad del aeródromo, perforó la malla perimetral con dirección 035°, atravesó una vía exterior y colisionó contra la puerta de un local, causándole daños.

En total, la LPT recorrió una distancia de 207 m y quedó ubicada en coordenadas N04°41'43" W074°07'30".



Fotografías No. 1 y 1A: Daños ocasionados por la LPT en la puerta metálica de un local externo.



Fotografía No. 2 - Turbina de baja presión (LPT) etapas No. 3 y No. 4

1.12.2 Sección caliente del motor

La sección caliente del motor izquierdo se desprendió, con exposición de los álabes de las etapas de la turbina de alta presión (high pressure turbine, HPT).



Fotografía No. 3 – Exposición de álabes de la turbina de alta presión.



Imagen No. 2 – Ubicación de los restos del motor No.1 sobre la pista y alrededores.



Imagen No. 3 - Recorrido y ubicación de la turbina de baja presión (LPT).

1.12.3 Daños en las superficies del avión

Por la penetración álabes y otras partes desprendidas del motor, la aeronave presentó daños menores en el intradós del plano izquierdo, en las guías de los flaps, slats y flaps izquierdos, en el fuselaje ventral y en la tobera de salida de gases del motor derecho.

El pilón de soporte del motor izquierdo presentó daños importantes.



Fotografía No. 4 - Daños generales provocados en superficies del avión Airbus A300B – YV506T.

1.13 Información médica y patológica

La tripulación contaba con sus certificados médicos vigentes y aplicables para el tipo de operación. No presentaban limitaciones. Habían cumplido con los descansos y las asignaciones reguladas por la normatividad vigente.

No se determinaron aspectos de performance humana que pudieran haber sido factor causal del evento.

El examen post incidente grave no detectó la presencia de alcohol o sustancias psicoactivas en la tripulación.

1.14 Incendio

No se produjo incendio pre ni post incidente grave.

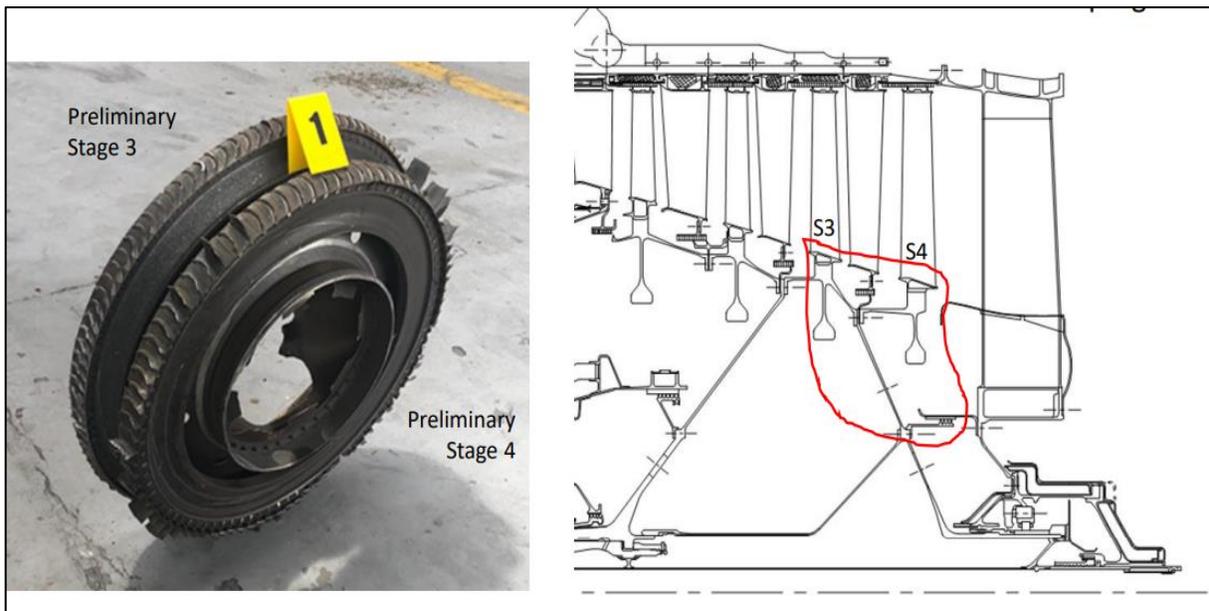
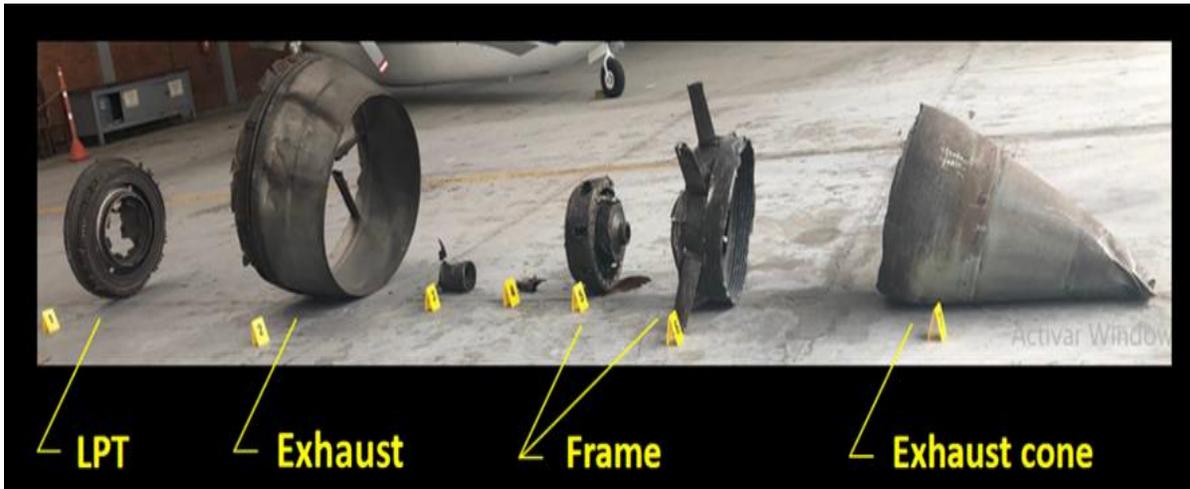
1.15 Aspectos de supervivencia

No fue necesario evacuar la aeronave. Los ocupantes, la abandonaron de manera normal una vez que parquearon en el terminal de carga.

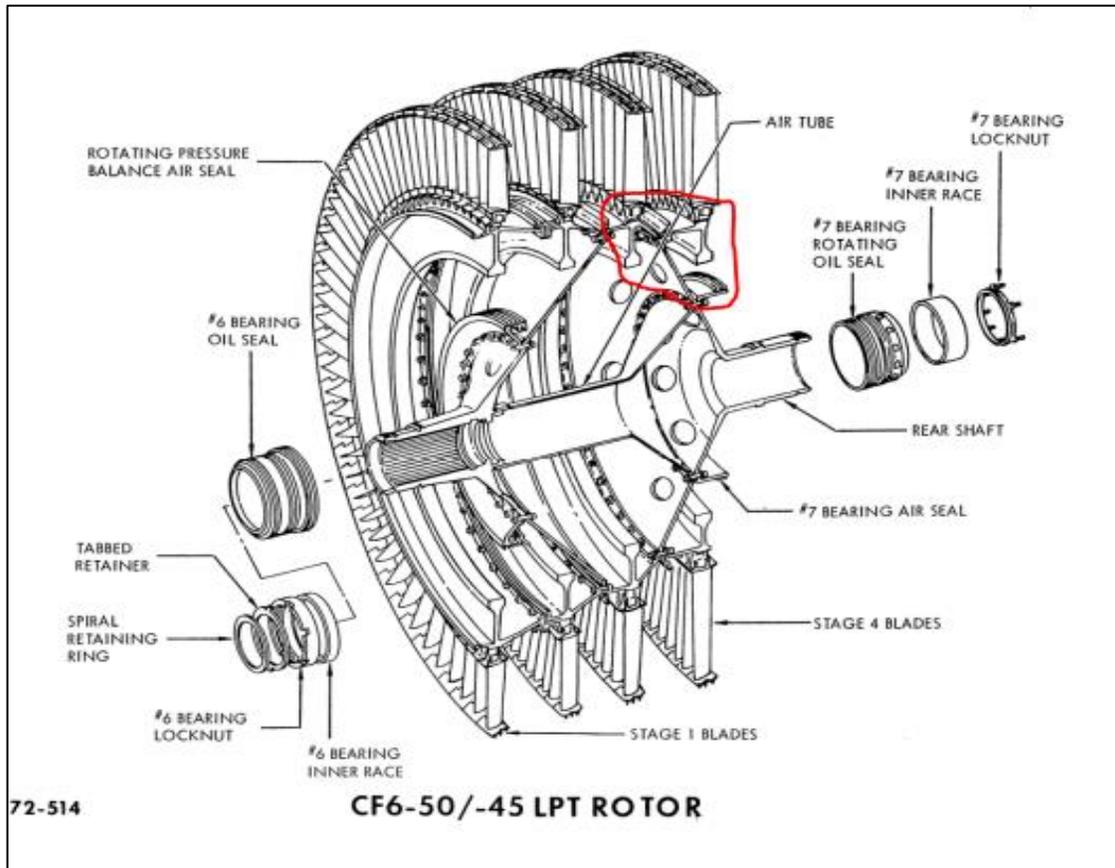
1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 Inspección de campo a la turbina y reconocimiento de partes

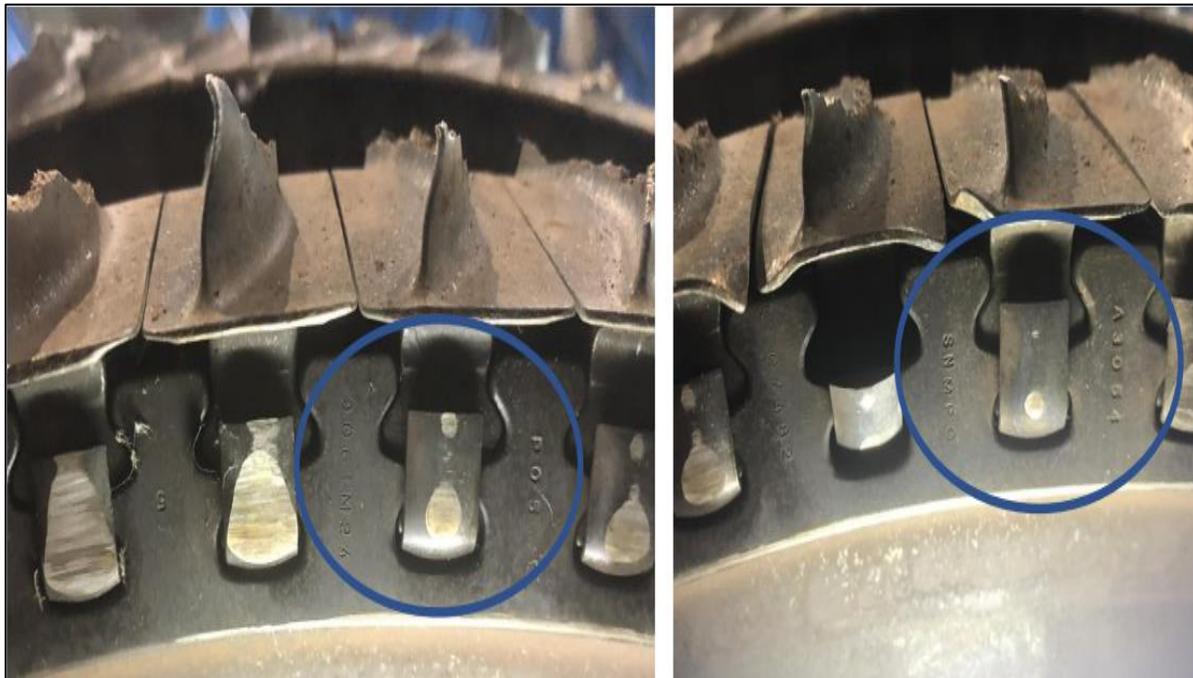
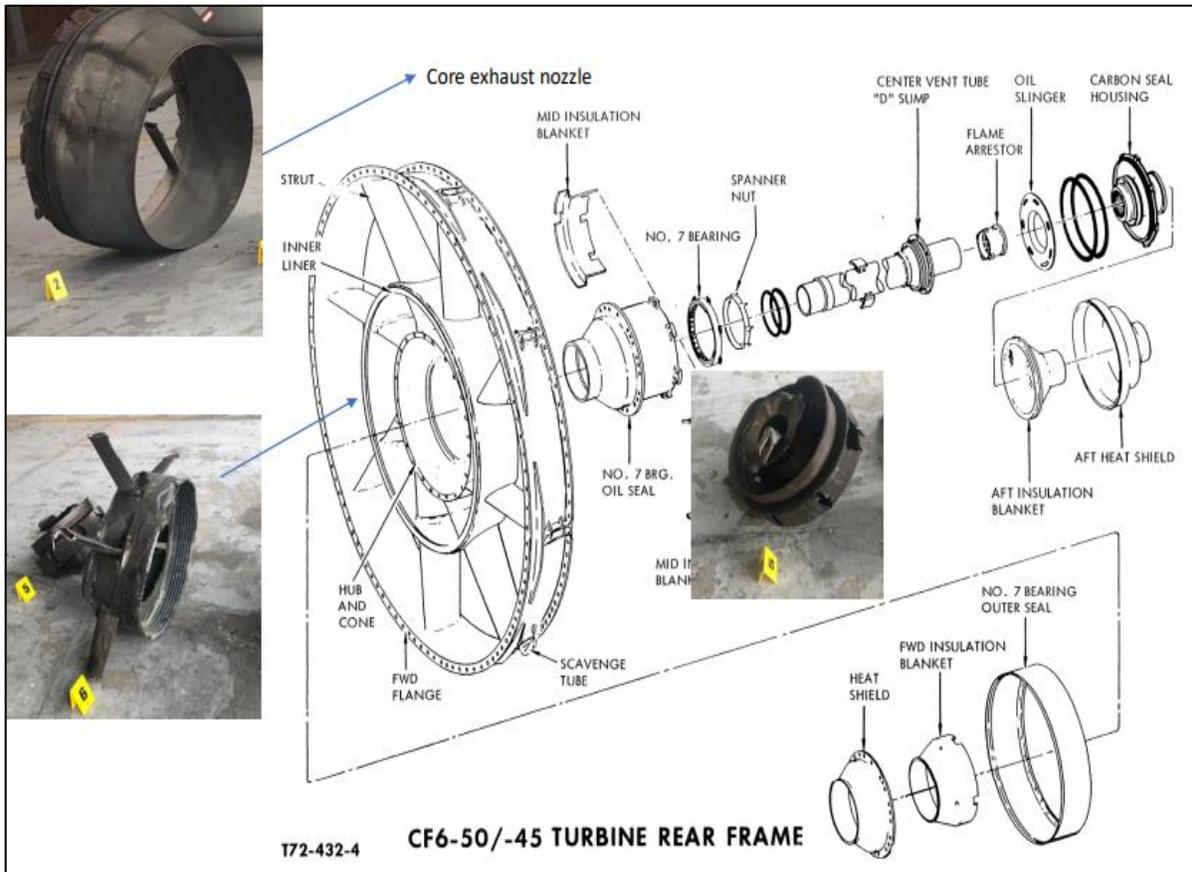
Las partes y secciones recuperadas fueron dispuestas en un hangar para su reconstrucción e identificación con la asistencia del Asesor Técnico designado por la empresa General Electric, fabricante de los motores, en Bogotá, el 15 de marzo de 2021.



Fotografía No. 5 - Identificación de partes con referencia al Mnual de Partes del fabricante del motor.



Fotografías No. 6 y 6A– Evidencia de marcas de golpes internos del material.



Fotografía No. 7 - Muestra de desgaste del material en los álabes.



Fotografía No. 8 - Numero de parte de los álabes que debieron ser retirados.

1.17 Información sobre la organización y la gestión

La compañía TRANSCARGA INTL AIRWAYS CA, es una organización aeronáutica de la República Bolivariana de Venezuela que presta servicios de transporte aéreo comercial regular de carga nacional e internacional.

La compañía cuenta con un Certificado de Explotador Aéreo (AOC) No. TIW-NR-045 vigente hasta el 13 de junio de 2024.

Su base principal de operación se encuentra establecida en la Ciudad de Caracas-Venezuela.

La compañía contaba con mantenimiento propio y con una autorización de mantenimiento extranjero aprobada por la Autoridad Aeronáutica Venezolana la cual se realizaba en la Ciudad de Barcelona estado de Anzoátegui.

Cuenta con un sistema del manejo de la seguridad aprobado por la autoridad aeronáutica.

Respecto a lo relacionado con el control y verificación de las pruebas boroscópicas a los motores de las aeronaves, se tiene contratado un taller especializado para estas inspecciones. No se verificó el producto final respecto a las imágenes y especificaciones de las pruebas boroscópicas.

Se confirmó que el operador, en los siguientes servicios, no llevó a cabo el cumplimiento del SB, en razón a que no se había emitido un Boletín de Servicio de Alerta (ASB) por parte del

fabricante o un AD por parte de la Autoridad de Aviación del Estado de Diseño y Fabricación de la aeronave.

1.18 Información adicional

1.18.1 Discrepancia anterior

La investigación encontró que el 10 de marzo de 2021, un día antes del incidente grave, en un vuelo que efectuó la aeronave A300B YV560T, entre el aeropuerto internacional Maiquetía (OACI: SVMI) y el aeropuerto Eldorado, se había presentado vibración en vuelo, generando un reporte por parte de la tripulación, así:

“..No se tomaron parámetros por fuerte vibración en vuelo ENG No. 1...”.

Como acción correctiva, en tierra, se efectuó la verificación visual del motor por parte de mantenimiento, y se inspeccionó el “chip detector”, sin encontrar condiciones anormales.

La tripulación tomó la decisión de continuar con la operación.

1.18.2 Ocurrencia previa de eventos similares

En el desarrollo de la investigación, se contó con la asistencia activa de la National Transportation Safety Board – NTSB y la compañía General Electric, quienes durante las etapas preliminares aportaron información relacionada con otros eventos de similares características en ese modelo de motor con el mismo patrón de falla en los materiales del disco de turbina.

1.18.3 Directiva de Aeronavegabilidad

La Directiva de Aeronavegabilidad de la FAA 2012-02-07, emitida el 01/11/2012 había establecido un nuevo límite de vida, inferior, para el disco de la etapa 3 de diseño antiguo, y establecía un plan de reducción para la eliminación de los discos de diseño antiguos, consistente en realizar su cambio.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

No se requirieron técnicas de investigación especiales para la investigación. La investigación siguió las técnicas y métodos recomendados por el Documento OACI 9756, Parte III.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

2.1 Procedimientos Operacionales

La investigación determinó que los procedimientos operacionales ejecutados por la tripulación durante la ejecución del evento correspondieron a la operación normal de la aeronave; sus actuaciones estuvieron acordes con el tipo de falla presentada y no tuvieron incidencia en el presente incidente grave.

2.2 Procedimientos de mantenimiento

2.2.1 Fallas similares ocurridas con anterioridad

Se encontró que la falla en este incidente grave tenía las mismas características de otros eventos anteriores, que tanto el fabricante General Electric y la NTSB habían investigado.

Fecha del evento	Lugar del evento
07/04/2008	Saudí Arabia
03/26/2009	Brasil
12/17/2009	Singapur
04/10/2010	Bahréin
05/26/2010	Turquía
07/17/2010	Egipto
09/24/2010	Alemania
06/18/2012	Saudí Arabia
10/15/2015	Irán
08/26/2017	India

Tabla No. 1: Eventos similares presentados anteriores

En este evento y otros diez (10) anteriores se encontró coincidencia en los daños generados en los mismos componentes, evidenciados en las marcas de golpes internos del material y el desgaste de los álabes. Con motivo de los sucesos previos, se emitieron Directivas de Aeronavegabilidad con acciones correctivas., que no se cumplieron en el motor que falló.

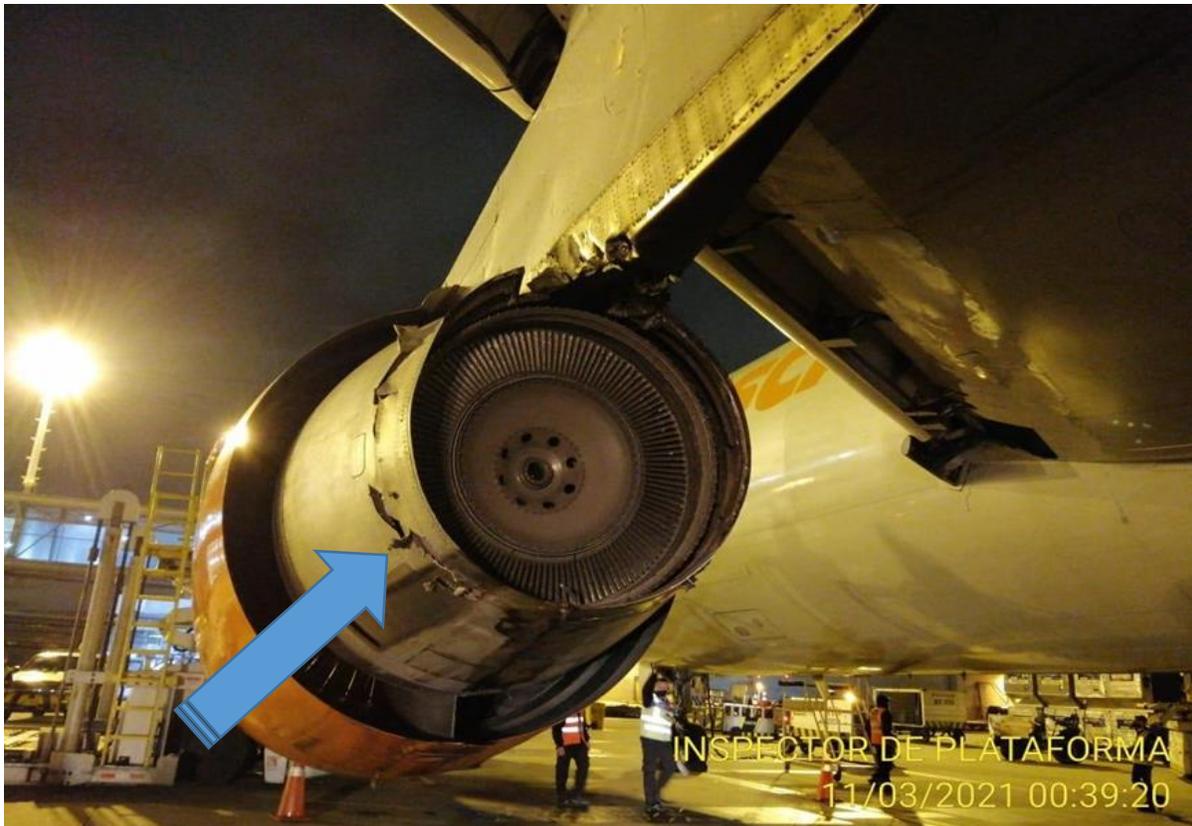
ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Fotografía No. 9 - Evidencia de un evento anterior con los mismos daños causados al disco.



Fotografía No. 10 - Evidencia de daños similares en un evento anterior.



Fotografía No. 11 - Evidencia consistente con el anterior. Daños en la sección de escape.

2.2.2 Directiva de Aeronavegabilidad AD-2012-02-07

La AD establece un nuevo límite de vida útil inferior para los discos de la etapa 3 del rotor LPT, y requiere la eliminación del servicio y cambio de estos discos por otros en momentos determinados, en un plan de reducción.

A la aeronave YV506T no se le cumplió el AD por falta de un programa efectivo de verificación y supervisión de proveedores. Además, en el análisis de las pruebas boroscópicas realizadas al motor no se identificaron las evidentes erosiones, notorias en las puntas de los álabes, y por lo tanto no se aplicaron medidas correctivas. Estas erosiones en la punta de los álabes eran notorias en las inspecciones efectuadas en los siete (7) ciclos antes de la falla.

Cuando la aeronave iniciaba la carrera de despegue, los álabes hpt de la etapa 1 se desprendieron causando una falla súbita, afectando a las etapas posteriores del motor.

Los datos EGT del FDR o los datos de tendencia del operador no estuvieron disponibles para la investigación; si estos datos estuvieran registrados, el fabricante GE podría ver los históricos de vuelos anteriores y ver en qué momento se produjo un cambio de rendimiento, como una indicación de que los álabes estaban comenzando a erosionarse.

Adicionalmente, la descarga de los datos de FDR no proporcionó los datos que GE necesitaba para realizar la evaluación y los datos de tendencia no fueron proporcionados por el operador, por lo que no se pudo determinar en qué momento se inició el problema.

Sin embargo, se logró una buena comprensión de lo que ocurrió en función de las evidencias que se encontraron.

2.2.3 Procedimiento para el cambio de los discos

El procedimiento para el cambio de estos discos es el siguiente:

Aplicación de los requisitos de AD los discos CF6-50 LPT S3 (diseño anterior) efectivo desde el 6 de marzo de 2012.

Se debe realizar una prueba boroscópica para determinar las condiciones de los álabes o después que se presente una vibración del núcleo del motor.

Se establece un nuevo límite de vida útil inferior para los discos de la etapa 3 del disco afectados y requiere la eliminación de estos discos del servicio en los momentos determinados por un plan de reducción.

9061M23P06	9061M23P07	9061M23P08	9061M23P09	9224M75P01
9061M23P10	1473M90P01	1473M90P02	1473M90P03	1473M90P04
9061M23P12	9061M23P14	9061M23P15	9061M23P16	1479M75P01
1479M75P02	1479M75P03	1479M75P04	1479M75P05	1479M75P06
1479M75P07	1479M75P08	1479M75P09	1479M75P11	1479M75P13
1479M75P14	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla No. 2 - Números de piezas del disco de la etapa 3 del rotor LPT aplicables.

2.2.4 Programa de mantenimiento del operador de acuerdo con el Manual.

La empresa explotadora mantenía un plan de mantenimiento de acuerdo con el manual del fabricante con los siguientes controles :

- Pruebas boroscópicas cada 75 ciclos
- Pruebas boroscópicas en ciertas excedencias de EGT o eventos de vibración del núcleo desde el próximo vuelo hasta 10 ciclos.
- Si los álabes exceden los límites manuales, retirar el disco del servicio
- Monitoreo de EGT:

If the engine has experienced:	Then borescope-inspect:
(i) An exhaust gas temperature (EGT) above redline.	Within 10 cycles.
(ii) A shift in the smoothed EGT trending data that exceeds 18 °F (10 °C), but is less than or equal to 36 °F (20 °C).	Within 10 cycles.
(iii) A shift in the smoothed EGT trending data that exceeds 36 °F (20 °C)	Before further flight.
(iv) Two consecutive raw EGT trend data points that exceed 18 °F (10 °C), but is less than or equal to 36 °F (20 °C), above the smoothed average.	Within 10 cycles.
(v) Two consecutive raw EGT trend data points that exceed 36 °F (20 °C) above the smoothed average	Before further flight.

Tabla No. 3 - Monitoreo del EGT

- Se requiere análisis adicional basado en el monitoreo de EGT
- Comprobación repetitiva del termopar EGT cada 750 ciclos
- Levantamiento de vibraciones repetitivas cada 350 ciclos.
- Límite establecido a 5 mils
- Si se informa de una vibración anormal, realice un seguimiento dentro de los 10 ciclos
- Retire el disco del servicio a más tardar 3000 ciclos para discos de más de 3200 CSN de la emisión de AD
- No instale discos de más de 6200 CSN

Sin embargo en la investigación se pudo establecer que S/N SNG11646 tenía 9417 CSN en el momento del evento.

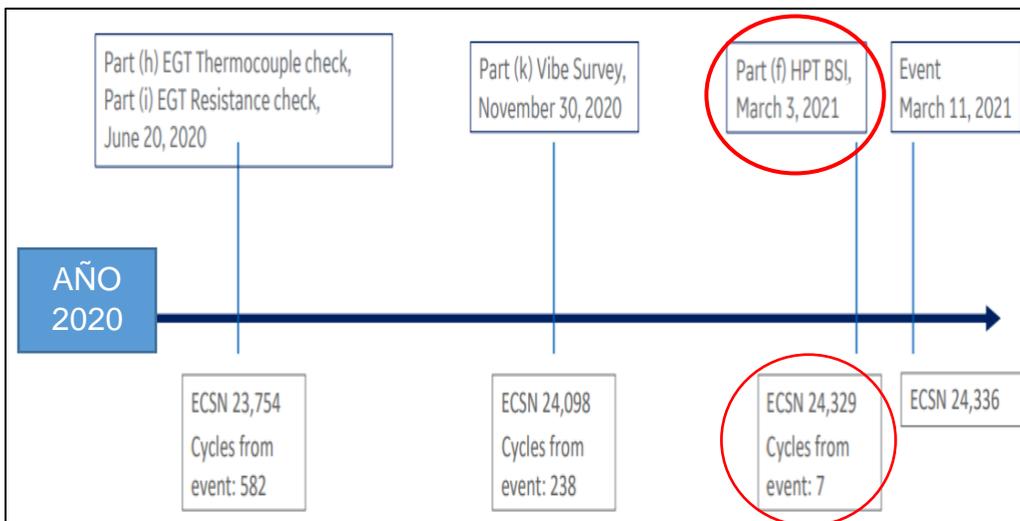


Imagen No. 5 - Secuencia de información del evento respecto a ciclos del motor desde el año 2020.

- AD 2012-02-07. Último cumplimiento basado en información de la casa fabricante.
- CF6-50. Datos reportados por el explotador.
- AD 2012-02-07. Último cumplimiento.
- **HPT BSI (boroscopia) reportado como realizado el 03 de marzo de 2021.**
- 7 ciclos previos al evento se realizaron pruebas boroscópicas y la captura de las imágenes BSI hpT Stage 1, identificando hallazgos tales como: **"erosión en la punta de las cuchillas dentro de los límites para la etapa 1 de hpt y la etapa 2 de hpt". AD 2012-02-0.**

2.2.5 Pruebas boroscópicas

AD 2012-02-07

(f) Borescope Inspections (BSI) of High-Pressure Turbine (HPT) Rotor Stage 1 and Stage 2 Blades

For the BSIs required by paragraphs (f)(1), (f)(2), and (f)(3) of this AD, inspect the blades from the forward and aft directions. Inspect all areas of the blade airfoil. Your inspection must include blade leading and trailing edges and their convex and concave airfoil surfaces. Inspect for signs of impact, cracking, burning, damage, or distress.

(1) Perform an initial BSI of the HPT rotor stage 1 and stage 2 blades within 10 cycles after the effective date of this AD.

(2) Thereafter, repeat the BSI of the HPT rotor stage 1 and stage 2 blades within every 75 cycles since last inspection (CSLI).

(3) Borescope-inspect the HPT rotor stage 1 and stage 2 blades within the cycle limits after the engine has experienced any of the events specified in Table 2 of this AD.

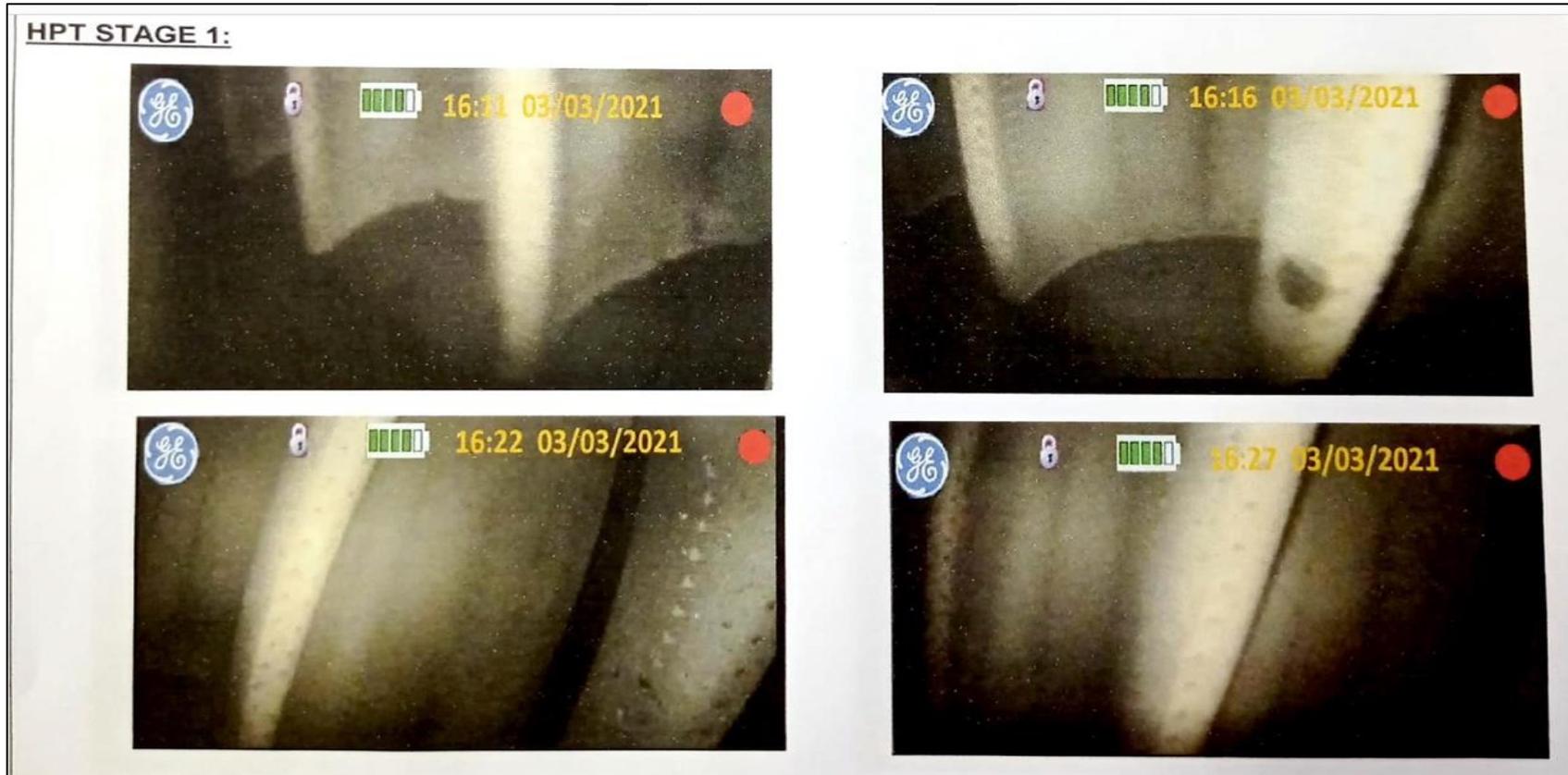
(4) Remove any engine from service before further flight if the engine fails any of the BSIs required by this AD.



Según AD 2012-02-07, "Retire cualquier motor del servicio antes de un nuevo vuelo, si el motor falla en cualquiera de los BSI requeridos por este AD".

Imagen No. 6 - AD de cumplimiento inmediato si existe vibración en vuelo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO



Fotografía No. 12 - Imágenes de boroscopia realizada el 3 de marzo, en donde se aprecia la erosión en las puntas de los álabes.



Evento anterior ESN 517989, 2017

3/16/2021 Transcarga Intl ESN 455760

Fotografía No. 13 - Boroscopia realizada después del evento con resultados similares a otro caso anterior.

2.2.6 Resultados informados de la prueba boroscópica

La empresa del operador mantenía un servicio contratado para realizar pruebas boroscópicas a los motores; sin embargo, lo único reportado con respecto a la última boroscopia a ese motor fue lo siguiente:

- Se realizó HPC BSI, para buscar condiciones anormales
- Los hallazgos muestran un desgaste operativo normal, sin hallazgos significativos.



Fotografía No. 14 - Imágenes del resultado de la boroscopia entregada por el taller contratado por el operador

2.2.7 Secuencia de la falla

La imagen No. 4 muestra la secuencia de la falla, así:

- Color azul: El alto desequilibrio del material desgastado de los álabes, causa daños vibratorios secundarios en el disco.
- Color verde: Las cargas se transmiten entre los sistemas a través de un sumidero común (sumidero de cojinete N.5R y 6R)
- Color Rojo: La grieta inicia/ se propaga en el brazo espaciador delantero del disco.
- Color negro: Las operaciones continuas del motor pueden conducir a una grieta de 360° y la separación del disco.

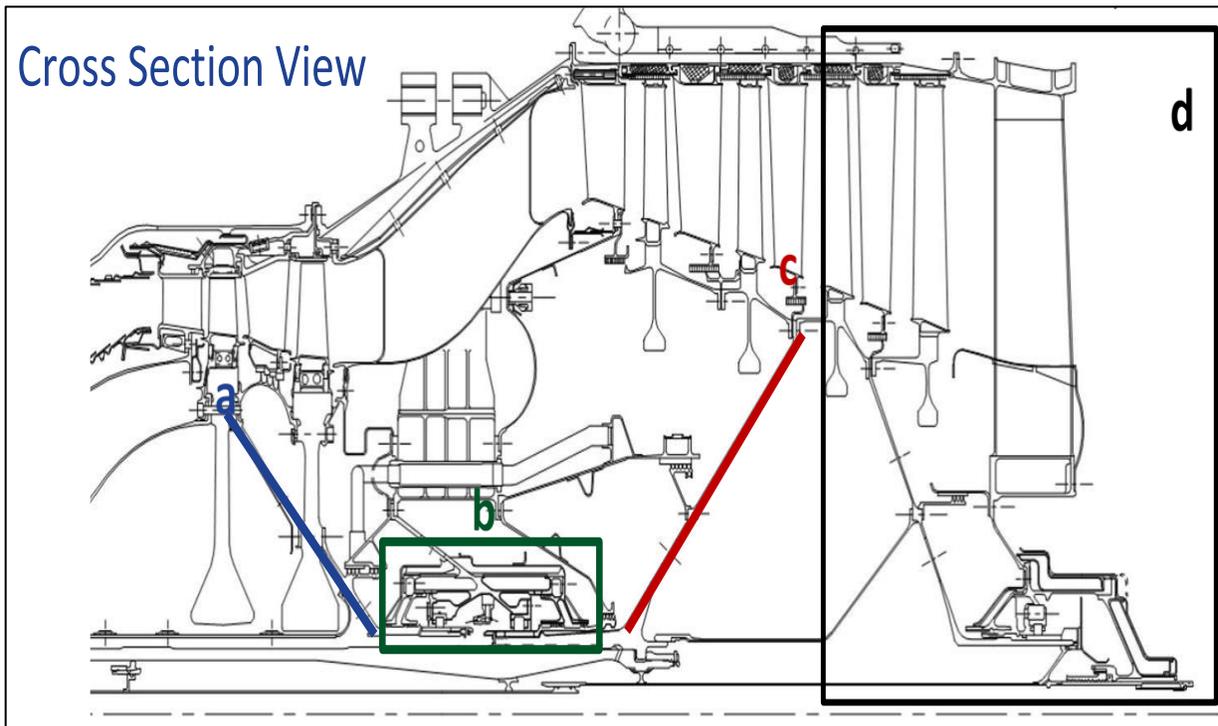


Imagen No. 4 – Secuencia de los eventos de falla por el desgaste del material en los álabes.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3. CONCLUSIÓN

Las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes establecidas en el presente informe, fueron determinadas de acuerdo con las evidencias factuales y al análisis contenido en el proceso investigativo.

Las conclusiones, causas probables y factores contribuyentes, no se deben interpretar con el ánimo de señalar culpabilidad o responsabilidad alguna de organizaciones ni de individuos. El orden en que están expuestas las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes no representan jerarquía o nivel de importancia.

La presente investigación es de carácter netamente técnico con el único fin de prevenir futuros incidentes y accidentes.

3.1 Conclusiones

3.1.1 Generales

El 11 de marzo de 2021, día del incidente grave, la aeronave A300B YV560T, efectuó un vuelo entre el aeropuerto internacional Maiquetía (OACI: SVMI) y el aeropuerto Eldorado, durante el cual se presentó vibración el motor No. 1.

La tripulación reportó que no se habían tomado parámetros del motor ENG N.1 por fuerte vibración.

Como acción correctiva, en tierra, se efectuó la verificación visual del motor por parte de mantenimiento, y se inspeccionó el “chip detector”, sin encontrar condiciones anormales.

La tripulación tomó la decisión de continuar con la operación.

La aeronave continuó la operación para efectuar un vuelo de carga entre el aeropuerto de Bogotá y el aeropuerto de Tocumen – Panamá.

En el despegue del aeropuerto El Dorado, cuando se iniciaba la carrera de despegue y con 50 kt, algunos álabes de la turbina de alta presión se desprendieron causando la desintegración de otros componentes del motor y afectando la turbina de baja presión y la sección de escape.

En la cabina de mando se presentó la reducción súbita de los indicadores de los parámetros del motor izquierdo en cabina, acompañada de un fuerte ruido.

La tripulación abortó el despegue, desaceleró la aeronave, apagó el motor izquierdo e informó al ATC sobre el abortaje.

Varios componentes fueron expulsados de motor izquierdo, entre ellas parte de la tobera y la turbina de baja presión, LPT

Las demás partes y componentes desprendidos eran en su mayoría, álabes, estatores, que se encontraron dispersos en las inmediaciones de la posición donde ocurrió la falla, sobre la cabecera de la pista 31R y en la zona de seguridad.

La tripulación abortó el despegue y regresó al terminal de carga.

Personal técnico en tierra confirmó el daño en el motor izquierdo, siendo evidente la ausencia de varias secciones de la parte posterior (sección caliente) de la planta motriz.

La inspección boroscópica efectuada al motor Numero 1, encontró el desgaste y rotura de los alabes de la turbina de baja presión, lo que llevo a la destrucción del motor internamente.

La directiva de aeronavegabilidad de la FAA 2012-02-07, Emitida el 01/11/2012 Estableció un nuevo límite de vida inferior en el disco de la etapa 3 de diseño antiguo, y plan de reducción para la eliminación de los discos de diseño antiguos de las acciones de servicio y superiores, la cual no se cumplió para este motor.

3.1.2 Tripulación

La tripulación se encontraba psicofísicamente apta para la realización del vuelo; contaba con sus certificados médicos y licencias vigentes, sin limitaciones.

La declaración del Piloto fue consistente con la ejecución de un abortaje controlado, con el fin de mantener condiciones seguras cuando se presentó la falla del motor izquierdo.

No se determinaron aspectos de performance humana que fueran factor causal en la ocurrencia del evento.

3.1.3 Aeronave

La aeronave contaba con toda la documentación técnica y operacional vigente al momento del incidente grave. Se encontraba aeronavegable.

El motor No. 1, que falló, había tenido su última reparación general el 29 de agosto del 2011, en Canadá, cuando tenía un total de 57,782 hrs y 21,791 ciclos.

Dicho motor operó en otra aeronave hasta el año 2013, cuando fue desmontado y permaneció dos años en tierra.

El 26 de agosto de 2015, el mismo motor fue instalado en la aeronave Airbus A300B YV560T, cuando acumulaba un total de 58,512 hrs y 22,402 ciclos de operación.

En vista de que se habían presentado diez (10) eventos de fallas críticas de los motores de este tipo, se había emitido la Directiva de Aeronavegabilidad FAA 2012-02-07, que estableció un nuevo límite de vida, inferior, para el disco de la etapa 3 de diseño antiguo, y fijaba un plan de reducción para la eliminación de los discos de diseño antiguos, consistente en realizar su cambio.

El operador del avión YV560T no cumplió con lo establecido en el AD por la falta de un programa efectivo de verificación de proveedores y de supervisión y verificación de los resultados de las pruebas boroscópicas realizadas al motor, deficiencias que no permitieron identificar y aplicar medidas correctivas a la erosión encontrada en la punta de los álabes en inspecciones efectuadas siete (7) ciclos antes de la falla.

Ante una vibración severa reportada por la tripulación en el vuelo inmediatamente anterior al vuelo del incidente, el operador no efectuó una inspección detallada del motor No. 1 ni dio cumplimiento a los procedimientos establecidos por el fabricante, para los casos cuando se presenta vibración en vuelo.

El mal estado de los álabes de la sección de turbina de alta presión hizo que fallaran y se desprendieran cuando se aplicó potencia de despegue en Eldorado, causando una falla catastrófica, no contenida, en el motor.

3.2 Causa probable

Falla del motor izquierdo de la aeronave originada por el desprendimiento por fatiga de los álabes de la sección de turbina de baja presión (low pressure turbine).

3.3 Factores contribuyentes

Inobservancia de los procesos de mantenimiento por parte del explotador, al no dar cumplimiento a lo establecido por el fabricante en la Directiva de Aeronavegabilidad FAA 2012-02-07, del 01-nov-12 y que dictaminaba el cambio de los álabes que fallaron.

Carencia en el explotador de un programa efectivo de verificación de proveedores y de supervisión y verificación de los resultados de las pruebas boroscópicas realizadas al motor y que no permitieron identificar y aplicar medidas correctivas a la erosión encontrada en la punta de los álabes en inspecciones efectuadas siete (7) ciclos antes de la falla.

3.4 Taxonomía OACI

SCF-PP: Falla de sistema / componente, planta motriz.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Al Explotador Aéreo

REC. IMD 01-202110-2

Implementar un procedimiento efectivo que fortalezca los procesos de supervisión del control de calidad a los servicios de inspección boroscópicas, realizados por los talleres especializados contratados, con el fin de obtener datos exactos de las condiciones en los componentes dinámicos de los motores, teniendo en cuenta todos los requisitos exigidos por el fabricante en el Manual de Mantenimiento del motor.

REC. IMD 02-202110-2

Verificar mediante prueba boroscópica la condición y cumplimiento de la AD-2012-02-07 y SB's aplicables para los motores CF6-50C2 que operen en los aviones de la compañía, teniendo en cuenta los requisitos de la recomendación REC. IMD 01-202110-2.

REC. IMD 03-202110-2

Implementar un procedimiento en el Manual de Operaciones de Vuelo para ser cumplido por las tripulaciones, con el fin de que se registren activamente los parámetros de motor en todas las fases del vuelo, teniendo en cuenta las siguientes indicaciones, principalmente:

- N1: Indicación compresor de baja.
- N2: Indicación de turbine de alta.
- EGT: Temperatura gases de salida.
- OIL PRESS: Presión de aceite.
- FUEL FLOW: Flujo constante de combustible por hora.

REC. 04-202110-2

Verificar los eventos anteriores, similares a este que se investiga, y que han sido publicados por la casa fabricante de los motores, para que sean conocidos por las tripulaciones y personal de mantenimiento, con el fin de facilitar la identificación de condiciones anormales del material y que se efectúen los registros correspondientes.

AL INSTITUTO NACIONAL DE AERONAUTICA CIVIL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

REC. 05-202110-2

Dar a conocer el presente Informe de Investigación a los Operadores de Transporte Aéreo Regular de Carga que operen en la República Bolivariana de Venezuela con aeronaves Airbus A300B4-203(F), y con motores GECF6-50C2, y en general a los operadores de aeronaves multi motores jet, para que apliquen las recomendaciones según sea pertinente y que, además, se tenga en cuenta el Informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

**A LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE AERONÁUTICA CIVIL DE LA
REPÚBLICA DE COLOMBIA**

REC. 06-202110-2

A través de la Secretaría de Autoridad Aeronáutica, dar a conocer el presente Informe de Investigación a los Operadores de aeronaves multi motores jet, para que apliquen las recomendaciones según sea pertinente y que, además, se tenga en cuenta el Informe para mejorar los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(57) 610 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-053



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL