

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

JIAAC | INVESTIGACIÓN PARA LA SEGURIDAD AÉREA

Falla o malfuncionamiento de sistema/componente del grupo motor

Andes Líneas Aéreas

Boeing MD-83, LV-BEG

Aeropuerto Internacional Teniente General Benjamín Matienzo, Tucumán

7 de marzo de 2018

19497486/19



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil
Av. Belgrano 1370, piso 12º
Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1093AAO
(54+11) 4382-8890/91
www.argentina.gob.ar/jiaac
info@jiaac.gob.ar

Informe de Seguridad Operacional 19497486/19

Publicado por la JIAAC. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato Fuente: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil.

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jiaac

ÍNDICE

ADVERTENCIA.....	4
NOTA DE INTRODUCCIÓN	5
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	7
SINOPSIS.....	9
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	10
1.1 Reseña del vuelo	10
1.2 Lesiones al personal	11
1.3 Daños en la aeronave	11
1.4 Otros daños	11
1.5 Información sobre el personal.....	11
1.6 Información sobre la aeronave.....	12
1.7 Información meteorológica	14
1.8 Ayudas a la navegación	14
1.9 Comunicaciones.....	14
1.10 Información sobre el lugar del suceso	15
1.11 Registradores de vuelo	16
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	16
1.13 Información médica y patológica	16
1.14 Incendio	16
1.15 Supervivencia	17
1.16 Ensayos e investigaciones	17
1.17 Información orgánica y de dirección.....	21
1.18 Información adicional.....	22
1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces.....	26
2. ANÁLISIS	27
2.1 Introducción.....	27
2.2 Aspectos técnicos-operativos	27
3. CONCLUSIONES	34
3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente.....	34
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	35
4.1 A Andes Líneas Aéreas.....	35
4.2 A la Administración Nacional de Aviación Civil.....	35

ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) es determinar las causas de los accidentes e incidentes acaecidos en el ámbito de la aviación civil cuya investigación técnica corresponde instituir. Este informe refleja las conclusiones de la JIAAC, con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad aeronáutica.

De conformidad con el Anexo 13 –Investigación de accidentes e incidentes de aviación– al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17285), la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Esta investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones en relación al accidente.

NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de aviación.

El modelo ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del modelo sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- ✓ Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- ✓ Las defensas del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos y están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación, las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en este informe se basa en el modelo sistémico. Tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como a otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque sin relación de causalidad en el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. Lo antedicho, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AC: Corriente Alterna/Circular de Asesoramiento

ACC: Centro de Control de Área/Área de Control

AD: Directiva de Aeronavegabilidad/Aeródromo

ALT: Altitud

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

CG: Centro de Gravedad

FL: Nivel de Vuelo

IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo

IIC: Investigadores a Cargo

JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

MTOW: Peso Máximo de Despegue

NASA: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos de Norteamérica

NTSB: Junta Nacional de Seguridad del Transporte de Estados Unidos de Norteamérica

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

P/N: Número de Pieza

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RTV: Registro Técnico de Vuelo

SB: Boletín de Servicio

S/N: Número de Serie

TAR: Radar de vigilancia de área terminal/Taller Aeronáutico de Reparaciones

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se ha optado por aclarar de esta manera y por única vez que gran parte de las siglas y abreviaturas utilizadas son en inglés y, por lo tanto, en muchos casos las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.

UTC: Tiempo Universal Coordinado

VOR: Radiofaro Omnidireccional de muy alta frecuencia

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al incidente experimentado por la aeronave LV-BEG, un Boeing MD-83, a 120 millas del aeropuerto de la ciudad de Tucumán (Tucumán), el 7 de marzo de 2018 a las 11:50 horas, durante un vuelo de aviación comercial regular.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la falla técnica que originó una pérdida de aceite del sistema de lubricación del motor izquierdo y las prácticas estándar de mantenimiento de aeronaves.

El informe incluye dos recomendaciones de seguridad operacional dirigida al explotador de la aeronave, Andes Líneas Aéreas, y una recomendación de seguridad operacional dirigida a la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC).



Figura 1. Aeronave LV-BEG

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 7 de marzo de 2018 la aeronave matrícula LV-BEG, un Boeing MD-83, despegó a las 11:10 horas² del Aeropuerto Internacional Gobernador Horacio Guzmán (Perico, Jujuy) con destino al Aeroparque Jorge Newbery (Buenos Aires), en un vuelo de aviación comercial regular. Establecido en crucero, con nivel de vuelo (FL) 330 y a 120 millas del radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia (VOR) de Tucumán, la tripulación advirtió una diferencia en la lectura de los indicadores de nivel de aceite de los motores y una disminución de la presión de aceite del motor izquierdo. Por este motivo la tripulación decidió detener el motor izquierdo.

La tripulación solicitó al Centro de Control de Área (ACC) de Córdoba dirigirse al aeropuerto de alternativa, Aeropuerto Internacional Teniente General Benjamín Matienzo, en Tucumán. Con la aeronave controlada, la tripulación ejecutó las listas de chequeo de emergencia correspondientes e informó a los pasajeros que aterrizarían en el aeropuerto de Tucumán debido a un inconveniente técnico. La aproximación, el aterrizaje por cabecera 02 a las 12:25 horas y el desembarque de los pasajeros, se desarrollaron sin inconvenientes.

El 31 de enero de 2018 a las 19:27 horas, en un vuelo de aviación no regular desde el aeropuerto de Florianópolis (Brasil) hacia el Aeropuerto Internacional Ingeniero Taravella (Córdoba), el LV-BEG había experimentado una falla similar. En esa oportunidad, en crucero y a 140 millas del aeropuerto de destino, la aeronave sufrió una baja de la presión de aceite del sistema de lubricación, pero en el motor derecho. La tripulación ejecutó el procedimiento correspondiente, detuvo el motor y declaró la emergencia a la torre de control del aeropuerto de Córdoba.

Los dos sucesos experimentados por la aeronave en un período de tiempo de 39 días guardan relación; por esta razón el informe hace reiteradas referencias al incidente anterior.

² Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario-3.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	6	156	0	162

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Sin daños.

1.3.2 Motor

Sin daños.

1.3.3 Hélice

No aplica.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

La documentación del piloto cumplía los requisitos en cuanto a su validez y certificación, conforme a la reglamentación vigente.

Piloto	
Sexo	Masculino
Edad	55
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Transporte de línea aérea

Habilitaciones	MD 83
	MD 87
	MD 88
Certificación médica aeronáutica	Clase 1
	Válida hasta el 31/05/2018

Tabla 2

La documentación del copiloto cumplía los requisitos en cuanto a su validez y certificación, conforme a la reglamentación vigente.

Copiloto	
Sexo	Masculino
Edad	50
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Transporte de Línea Aérea
Habilitaciones	MD-83
	MD-88
Certificación médica aeronáutica	Clase 1
	Válida hasta el 31/05/2018

Tabla 3

1.6 Información sobre la aeronave

La aeronave estaba equipada y mantenida de conformidad con la reglamentación vigente y de acuerdo con el plan de mantenimiento del fabricante.

El modelo de MD-83 que opera Andes Líneas Aéreas es derivado de los MD-81/82 básicos, pero con mayor peso de despegue, motores con mayor empuje y mayor capacidad de combustible.

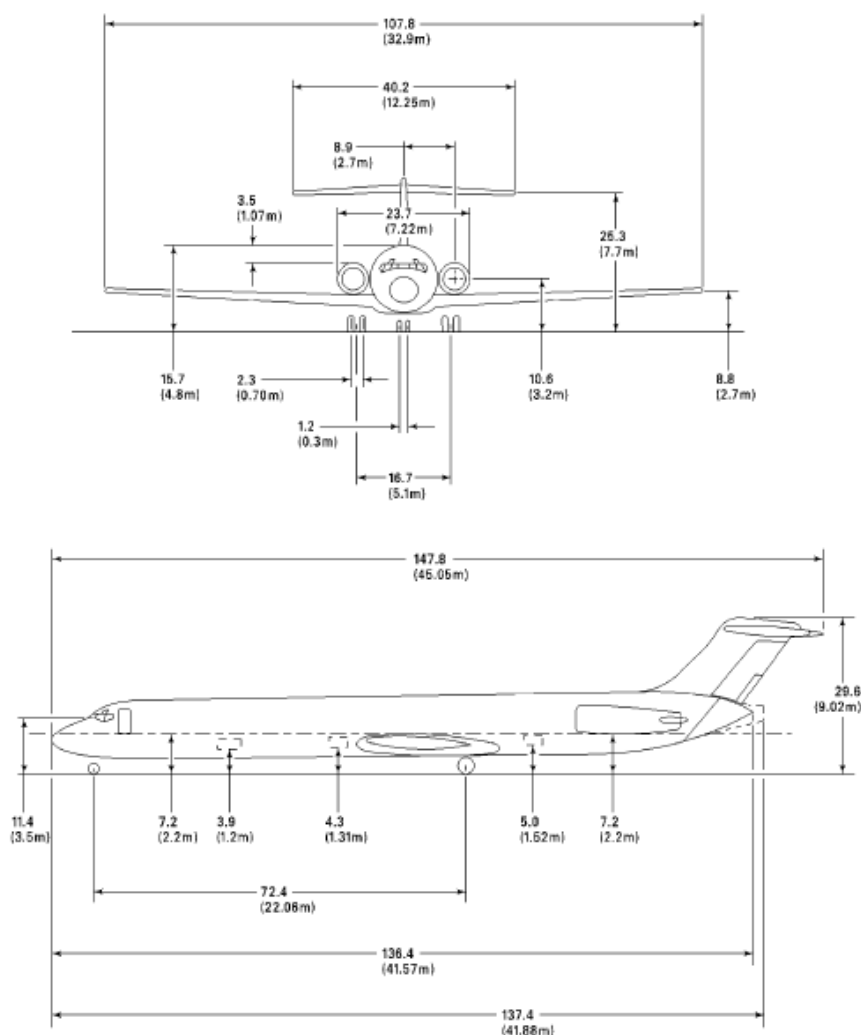


Figura 2. Vistas del MD-83

Aeronave		
Marca		Boeing
Modelo		MD-83
Categoría		Transporte
Fabricante		Boeing
Año de fabricación		1989
Número de serie		49630
Peso máximo de despegue		72.575 kg
Peso máximo de aterrizaje		63.330,00 kg
Peso vacío		36.200,00kg
Fecha del ultimo peso y balanceo		No aplica
Horas totales		56.132,56
Horas desde la última recorrida general		Sin datos
Horas desde la última inspección		Sin datos
Ciclos totales		29.664,00
Ciclos desde la última recorrida general		Sin datos
Certificado de matrícula	Propietario	Andes Líneas Aéreas
	Fecha de expedición	15/11/2017

Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Transporte
	Fecha de emisión	"R" 12/12/2006
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 4

Motor izquierdo	
Marca	Pratt & Whitney
Modelo	JT8D-219
Fabricante	Pratt & Whitney
Número de serie	P718158
Horas totales	61.246,02
Horas desde la última recorrida general	Sin datos
Horas desde la última intervención	Sin datos
Ciclos totales	38.041,00
Ciclos desde la última recorrida	Sin datos

Tabla 5

Motor derecho	
Marca	Pratt & Whitney
Modelo	JT8D-219
Fabricante	Pratt & Whitney
Número de serie	P718158
Horas totales	35.577,03
Horas desde la última recorrida general	Sin datos
Horas desde la última intervención	Sin datos
Ciclos totales	19.006,00
Ciclos desde la última recorrida	Sin datos

Tabla 6

El peso y el balanceo de la aeronave se encontraban dentro de la envolvente de vuelo indicada en el manual de vuelo de la aeronave.

1.7 Información meteorológica

No relevante.

1.8 Ayudas a la navegación

No relevante.

1.9 Comunicaciones

No relevante.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Aeropuerto Internacional Teniente General Benjamín Matienzo (San Miguel de Tucumán, Tucumán)
Coordenadas	S 31° 18' 36"-W 064° 12' 30"
Superficie	Hormigón
Dimensiones	3200 x 45 metros
Orientación magnética	18/36
Elevación	100 metros
Normas generales	No aplica

Tabla 7



Figura 3. Aerovía y sector donde se declaró la emergencia



Figura 4. Imagen satelital del aeropuerto internacional de Tucumán

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave estaba equipada con registradores de voces de vuelo y de datos en conformidad con la reglamentación vigente.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

No aplica.

1.13 Información médica y patológica

No se detectó evidencia médico-patológica de la tripulación relacionadas con el incidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

La tripulación y los pasajeros abandonaron la aeronave por sus propios medios y resultaron sin lesiones.

1.16 Ensayos e investigaciones

La tripulación detuvo el motor a FL 330 por pérdida de cantidad y disminución de presión de aceite del motor izquierdo. La pérdida de aceite se produjo por la boquilla de acoplamiento del tubo de presión de aceite que alimenta al *switch* de presión diferencial del motor izquierdo.



Figura 5. Switch de presión con sus cañerías conectadas

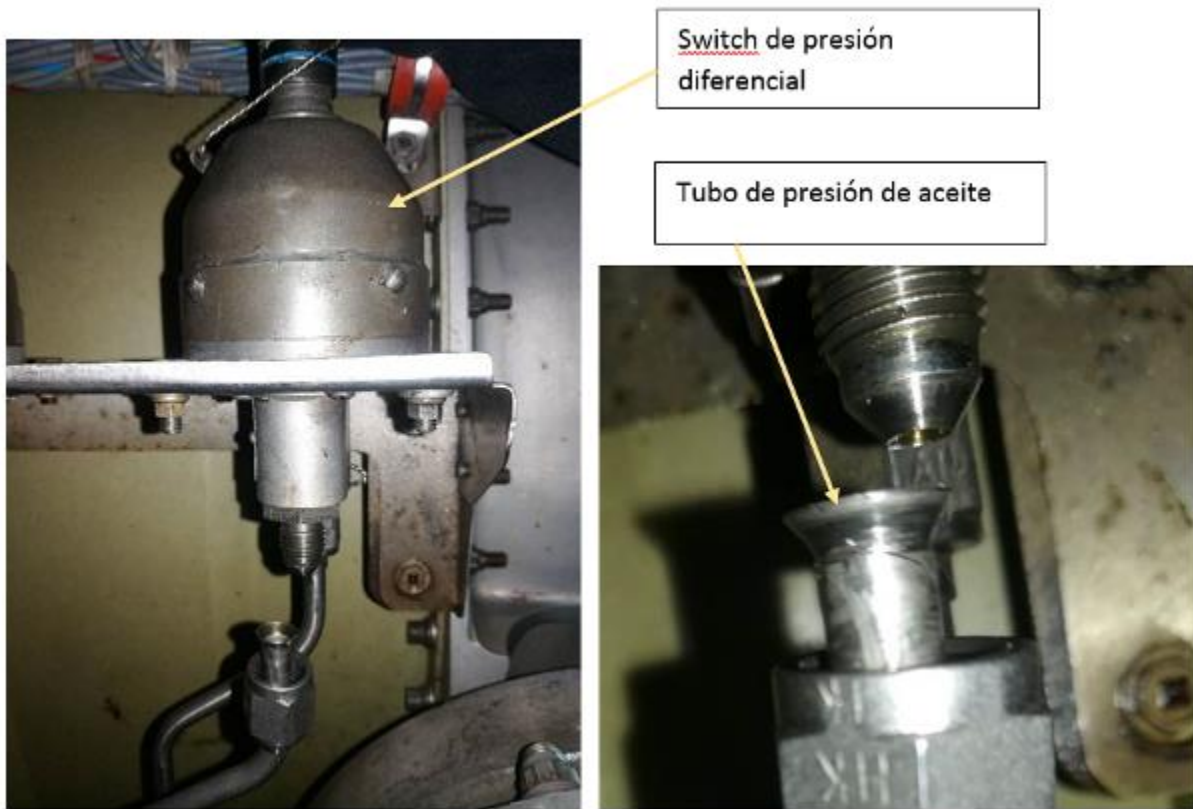


Figura 6. Tubo y *switch* con cañería desconectada

La ANAC recibió dos reportes de confiabilidad mecánica del explotador correspondientes a cada uno de los dos sucesos que sufriera la misma aeronave, y convocó a una reunión conjunta (ANAC, Andes y JIAAC) para analizar ambos casos. Durante la misma se analizaron las pérdidas de aceite de manera súbita en los motores producto de la fisura en la cañería de alta presión de aceite.

En la reunión, la ANAC informó que el único antecedente de un caso similar había ocurrido el 22 de mayo de 2009, que involucraba a la aeronave LV-BHF (también un MD-83), y que la investigación de la JIAAC³ determinó que la pérdida de aceite en el motor derecho de la aeronave se había producido por una fisura en el extremo superior de la línea de alta presión del *switch* de presión diferencial del filtro de aceite, pero no pudo determinar en forma fehaciente la causa de la fisura.

³ Expediente C.E. N° 2.364.826, Fuerza Aérea Argentina

Andes Líneas Aéreas informó en la reunión que había consultado al fabricante de la aeronave y al de los motores, y que la respuesta obtenida en ambos casos fue que no existía documentación técnica que abordara este tipo de problema, y que habían registrado sólo dos casos similares a los experimentados por el LV-BEG en toda la historia de este modelo de aeronaves.

De manera conjunta (ANAC, Andes y JIAAC) se decidió analizar las tuberías fisuradas de ambos motores para determinar la causa de la falla, para lo cual la ANAC envió ambos elementos a la Fábrica Argentina de Aviones (FAdeA) y se estableció como plan de contingencia que el explotador inspeccionara las aeronaves de su flota con el propósito de descartar la probabilidad de nuevas fallas similares.

FAdeA emitió el siguiente informe técnico del ensayo realizado a ambas cañerías:

Dados los agrietamientos observados en ambas cañerías, sus geometrías, las grandes deformaciones plásticas sobre la base de la entalla, su forma, las semejanzas de planos de desarrollo y propagación, las deformaciones plásticas antes del colapso final, el desarrollo de fisuras secundarias, el tamaño general y geometría de las superficies de fractura, la acción de la componente a flexión, todos ellos son indicadores que las marcas mecánicas observadas sobre las cañerías y derivadas del proceso de ajuste de la tuerca, actuaron como concentradoras de tensiones que dieron origen a un agrietamiento del material por mecanismo de fatiga de alto ciclo y baja tensión nominal.

Los análisis realizados confirman, según las deformaciones y rotura final observada, que el agrietamiento de las cañerías de aceite, se producen por la acción de un mecanismo de fatiga del material, localizándose su inicio en una zona debilitada de la base del abocardado por la acción de material repujado, surcos y marcas circunferenciales producidas por roces e interferencia entre metales con la tuerca de ajuste. No se produjo la separación de los segmentos agrietados debido a que fueron retenidos por el interior de la tuerca de ajuste.



Figura 7. Pérdida de aceite



Figura 8. Detalle de los tubos fisurados

Con los resultados de los ensayos se realizó una nueva reunión conjunta, entre la ANAC, Andes y JIAAC para analizar los resultados, y se concluyó que no existió un problema asociado al diseño de las tuberías en ninguno de los dos sucesos investigados.

Se consideró altamente probable que el principal factor de ambas fallas de material fue una condición de torque incorrecto de la tuerca de sujeción de los tubos al *switch* de presión diferencial. Debido al desarrollo de una fisura por fatiga, la pérdida de aceite en la línea de alta presión no se daría de manera súbita.

En consecuencia, la ANAC publicó en su página el 7 de junio de 2018, la Advertencia 240/DCA dirigida a todos los operadores y/o propietarios de aeronaves Boeing de la serie 80, referida a la probabilidad de pérdida de aceite en tubería de alta presión.

Para completar la información, la investigación analizó seis registros técnicos de vuelo previos al suceso del 7 de marzo, donde se observó en el casillero de recarga de aceite que el motor izquierdo requirió mayor recarga que el derecho.

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave era operada por Andes Líneas Aéreas. El Certificado de Explotador de Servicios Aéreos (CESA) autoriza a Andes Líneas Aéreas para la explotación de servicios internos e internacionales de transporte aéreo, regular y no regular de pasajeros, carga y correo con aeronaves de gran porte.

Dicha empresa explotadora opera acorde a la normativa vigente RAAC 121, que establece las normas que regulan a las operaciones internas, internacionales y suplementarias, incluidas las correspondientes a Servicios de Transporte Aéreo Sanitario (STAS), de toda empresa que posea o a la que se le requiera que posea un CESA.

Andes Líneas Aéreas es una aerolínea de capitales argentinos con base en el Aeropuerto Internacional Martín Miguel de Güemes en Salta (Argentina). Fue creada en 2005 y comenzó a operar en junio de 2006.

La operadora posee, en el aeropuerto de la ciudad de Salta, un taller aeronáutico de reparaciones habilitado para la realización de mantenimiento de aeronaves Boeing

MD-80 Series con alcances Nivel Línea y Base, y motores JT8D & 200 Series limitado a inspección boroscópica. En estas instalaciones es donde se realiza el mantenimiento a las aeronaves de su flota.

1.18 Información adicional

Advertencia de seguridad

El 7 de junio de 2018 la ANAC emitió la Advertencia 240/Departamento de Certificaciones Aeronáuticas con el objeto de dar a conocer la situación presentada en los dos incidentes que se mencionan en el presente informe, y que son de interés para todos los operadores de aeronaves Boeing de la serie 80, a los efectos de alertar, informar e instruir.

El siguiente extracto de la Advertencia 240 ilustra las recomendaciones emitidas:

De acuerdo al avance de la fisura evaluada microscópicamente, la pérdida de aceite de la línea de alta presión, no se dio en forma súbita. En tal sentido, se recomienda que en cada inspección se chequee visualmente la zona afectada por estado y condición, para detectar pérdidas.

Se descarta un problema de diseño y por tal situación se recomienda a las empresas que adecúen sus inspecciones en un plazo más conveniente.

Se recomienda verificar el uso de procedimientos claros y adecuados al momento de remover/instalar esta tubería. Dichos procedimientos deberían estar plasmados en una Orden de Ingeniería, producida para tal fin.

Para el caso de tener que intervenir por acciones de mantenimiento dos motores instalados en la misma aeronave, se recomienda que la tarea se realice por personal técnico diferente.

Habiéndose consultado con la autoridad de diseño, y al no existir estadísticamente eventos similares, se elabora esta ADVERTENCIA genérica a los operadores, para que en el momento de realizar tareas de mantenimiento de esta característica, las mismas sean conducidas bajo prácticas estándar.

Tareas de mantenimiento relacionadas con la falla

El tubo que presentó la falla que dio origen a la pérdida de aceite corresponde a una línea de presión del sistema de lubricación del motor que conecta con el *switch* de presión diferencial, y los elementos observables son la línea de presión y el *switch*.

Prácticas de mantenimiento de las líneas de presión del sistema de lubricación

En el *Aircraft Maintenance Manual*, ATA 79 "OIL", "Oil pressure sense lines – maintenance practices", 79-36-01, están descriptas las prácticas de mantenimiento de las líneas de alta presión del sistema de lubricación.

Estas prácticas describen el procedimiento para la remoción e instalación de las líneas de presión. En particular para el caso de la línea que presentó la falla, una nota advierte acerca de la distancia que se debe respetar entre dos tubos o entre un tubo y otros elementos. Esta nota busca asegurar la integridad de las líneas en función de posibles vibraciones que se pueden presentar, pero no da detalle del torque para el ajuste de las tuercas de las líneas.

Prácticas estándar del AMM (ATA 20)

En el capítulo de prácticas estándar (ATA 20), se describe el uso y aplicación de materiales y hardware en general (en el mantenimiento aeronáutico se denomina con el nombre hardware a los siguientes elementos: tuercas, bulones, abrazaderas, ductos, mangueras, tuberías, elementos de unión, alambre de frenar, etcétera) para el mantenimiento de las aeronaves. Se incluyen procedimientos, prácticas y procesos que no están específicamente detallados o cubiertos en otros capítulos del manual de mantenimiento.

Respecto de las tuberías, se detallan entre otros, los siguientes aspectos a considerar en la instalación (ATA 20-12-01 páginas 206 y 207):

- Obtener instrucciones detalladas de la instalación según procedimiento correspondiente del AMM.
- Inspeccionar la tubería en busca de daños, particularmente en los extremos de los tubos abocardados, las conexiones y las curvas.
- Limpieza de los tubos.
- Asegurar que las conexiones estén correctamente alineadas antes de la instalación de la tubería.
- Instalar el tubo y ajustar la tuerca con el valor correcto de torque de acuerdo con el PERMANENT PIPING - MAINTENANCE PRACTICES, PAGEBLOCK 20-12-04/201 Configuración 1⁴.

⁴ La instrucción debería hacer referencia al PIPING COUPLING NUT TORQUE VALUES - MAINTENANCE PRACTICES 20-30-02 en lugar de la referenciada para determinar el torque correcto.

En el ATA 20-30-02 se establecen los valores de torque estándar para las tuercas utilizadas en las tuberías abocardadas, para garantizar la seguridad de la instalación y evitar el exceso de torque de los componentes durante la instalación. Para casos especiales de instalaciones específicas, los valores correspondientes se definen en las prácticas de mantenimiento del AMM.

Table 202 Torque Values For Coupling Nuts (Flared Tube Type)

Tube Dash Number	Tubing O.D.	Torque Values			
		Flared Tube Ends Only ^[1]		Flared Machined Fittings Only ^[2]	
		Aluminum	Steel or Titanium	Aluminum	Steel or Titanium
2	⅛ in. (3 mm)	20 in-lb (2 N·m) - 30 in-lb (3 N·m)	75 in-lb (8 N·m) - 95 in-lb (11 N·m)	50 in-lb (6 N·m) - 80 in-lb (9 N·m)	75 in-lb (8 N·m) - 120 in-lb (14 N·m)
3	3/16 in. (5 mm)	25 in-lb (3 N·m) - 35 in-lb (4 N·m)	95 in-lb (11 N·m) - 105 in-lb (12 N·m)	95 in-lb (11 N·m) - 105 in-lb (12 N·m)	95 in-lb (11 N·m) - 140 in-lb (16 N·m)
4	¼ in. (6 mm)	50 in-lb (6 N·m) - 60 in-lb (7 N·m)	135 in-lb (15 N·m) - 150 in-lb (17 N·m)	120 in-lb (14 N·m) - 140 in-lb (16 N·m)	135 in-lb (15 N·m) - 190 in-lb (21 N·m)
5	5/16 in. (8 mm)	70 in-lb (8 N·m) - 90 in-lb (10 N·m)	170 in-lb (19 N·m) - 200 in-lb (23 N·m)	135 in-lb (15 N·m) - 180 in-lb (20 N·m)	170 in-lb (19 N·m) - 240 in-lb (27 N·m)
6	⅜ in. (10 mm)	110 in-lb (12 N·m) - 130 in-lb (15 N·m)	270 in-lb (31 N·m) - 300 in-lb (34 N·m)	190 in-lb (21 N·m) - 215 in-lb (24 N·m)	270 in-lb (31 N·m) - 300 in-lb (34 N·m)
8	½ in. (13 mm)	230 in-lb (26 N·m) - 260 in-lb (29 N·m)	450 in-lb (51 N·m) - 500 in-lb (56 N·m)	340 in-lb (38 N·m) - 380 in-lb (43 N·m)	450 in-lb (51 N·m) - 550 in-lb (62 N·m)
10	⅝ in. (16 mm)	330 in-lb (37 N·m) - 360 in-lb (41 N·m)	650 in-lb (73 N·m) - 700 in-lb (79 N·m)	380 in-lb (43 N·m) - 450 in-lb (51 N·m)	650 in-lb (73 N·m) - 745 in-lb (84 N·m)
12	¾ in. (19 mm)	460 in-lb (52 N·m) - 550 in-lb (62 N·m)	900 in-lb (102 N·m) - 1000 in-lb (113 N·m)	460 in-lb (52 N·m) - 550 in-lb (62 N·m)	900 in-lb (102 N·m) - 1055 in-lb (119 N·m)
16	1 in. (25 mm)	500 in-lb (56 N·m) - 700 in-lb (79 N·m)	1200 in-lb (136 N·m) - 1400 in-lb (158 N·m)	750 in-lb (85 N·m) - 850 in-lb (96 N·m)	1200 in-lb (136 N·m) - 1400 in-lb (158 N·m)
20	1¼ in. (32 mm)	800 in-lb (90 N·m) - 900 in-lb (102 N·m)	1520 in-lb (172 N·m) - 1680 in-lb (190 N·m)	850 in-lb (96 N·m) - 1020 in-lb (115 N·m)	1520 in-lb (172 N·m) - 1825 in-lb (206 N·m)

Figura 9. Tabla de torque para tuercas de tubos AMM-20-30-02

Ajuste y testeo del filtro de aceite y switch de presión diferencial "oil filter differential pressure switch"

En el AMM 79-35-01 se describe el procedimiento para el ajuste y testeo del *switch* de presión diferencial y se define que el chequeo funcional del *oil filter differential pressure switch* es una tarea de mantenimiento programado (*task* 79-35-01-720-801).

El intervalo de cumplimiento de la tarea es en los chequeos 2C; que deben ser efectuados cada 7200 horas de vuelo o 30 meses, lo que ocurra primero.

De acuerdo con las instrucciones de la tarea, el chequeo funcional se realiza desconectando la línea de presión del *switch* de presión diferencial y conectando una fuente de nitrógeno o aire a presión en el puerto del *switch*.

Se debe incrementar de manera gradual la presión del aire o nitrógeno y se debe observar que la luz del panel de alarmas se encienda cuando la presión alcance un valor de 35 +- 2 psig; luego se debe disminuir la presión y la luz deber apagarse cuando la presión llegue a 30 psig.

De acuerdo con la documentación enviada por la organización de mantenimiento de Andes Líneas Aéreas, la fecha de emisión de la orden de trabajo del último chequeo 2C fue el 13 de julio de 2017 y su fecha de cierre fue el 9 de noviembre de 2017.

Según el paquete de tarjetas adjunto a la orden de trabajo en oportunidad de la inspección 2C, se cumplió con el chequeo funcional del *switch* de presión diferencial en ambos motores de la aeronave LV-BEG, y las tareas están firmadas por el mismo mecánico e inspector.

Manuales de mantenimiento

Un artículo publicado por *Flight Safety Foundation* (FSF)⁵, sirve como referencia para resumir como se debe presentar documentación técnica de manera exacta.

El artículo define el ABC de los manuales de mantenimiento por sus siglas en inglés, *Accuracy, Balance, Clarity* (precisión, balance y claridad) y aporta datos estadísticos obtenidos de la NTSB y de IATA.

Según las estadísticas de la NTSB, entre 1990 y 2011 hubo sesenta accidentes de aeronaves operadas bajo la parte 121, donde las tareas de mantenimiento fueron factor contribuyente. Según IATA, entre 2009 y 2013 factores asociados al mantenimiento produjeron la pérdida de aproximadamente 10% de las 432 aeronaves comerciales accidentadas en el mundo en ese período.

⁵ The ABCs of Aviation Maintenance Manuals, by Carol E. Giles.. AeroSafety World July-august 2015 (Flight Safety Foundation).

Accuracy significa precisión o exactitud y es por supuesto la primera prioridad que debe darse al escribir un manual. La investigación de la NTSB del accidente de Colgan Air (vuelo 9446) encontró que el accionamiento del *trim tab* del elevador del Beechcraft 1900D estaba invertido, y que el AMM contenía un error en la ilustración que los mecánicos siguieron como instrucción para la instalación.

La precisión o exactitud de las instrucciones de los manuales de mantenimiento es de extrema importancia para limitar los errores de mantenimiento. Un estudio de la NASA encontró que el ranking de los errores de mantenimiento es liderado por tareas realizadas con documentación que contiene errores o que es incompleta, y esto abarca entre el 44 y el 73 por ciento de los errores de mantenimiento.

Balance significa que los documentos técnicos deben tener la extensión justa ya que, en algunos casos, el contenido es escaso y en otros es excesivo. El estudio de la NASA citado en el párrafo anterior identificó a la falta de información como una deficiencia muy frecuente en mantenimiento. El mismo principio que se detalla para los manuales de los fabricantes, debe ser considerado al generar documentación propia de cada organización para el cumplimiento de tareas que no figuren en los manuales y que responda a requerimientos regulatorios como las *task cards* de ingeniería.

Clarity significa claridad, y este concepto hace énfasis en la redacción y el orden de los pasos que se deben realizar para ejecutar una tarea. Los manuales deben ser claros y concisos.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

La obtención de la información y su posterior análisis se vio facilitada por la realización de reuniones con la participación de las diferentes partes interesadas.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Acciones por la tripulación

Los testimonios obtenidos en las tareas de campo permitieron establecer la descripción de las consecuencias inmediatas, luego de la pérdida de aceite en el motor.

El primer síntoma de la falla se manifestó a la tripulación por la caída de presión de aceite en el motor que experimentaba la pérdida, y el casi inmediato encendido de la advertencia *master caution* y de la alarma de *left/right oil press low*.

La investigación comprobó que el procedimiento seguido por la tripulación fue el establecido para esta falla. La investigación no identificó aspectos en la operación de la aeronave que puedan haber influido en el suceso.

Origen de la pérdida de aceite

La investigación estableció que el origen de la pérdida de aceite se debió a la presencia de una fisura producto de un proceso de fatiga de material en el tubo de presión de aceite que conecta con el *switch* de presión diferencial, con inicio en una zona debilitada de la base del abocardado, a partir de surcos y marcas producidas por la interferencia entre metales del tubo con la tuerca de ajuste.

Las conclusiones del informe de ensayo de materiales son determinantes: el inicio de la fisura se produjo por el exceso de torque de la tuerca de ajuste y luego se propagó con los ciclos de uso. No pudo establecerse de manera fehaciente el momento en el que se produjo el exceso de torque, aunque hay indicios al respecto.

El proceso de fatiga de materiales se corresponde con una degeneración de las propiedades mecánicas producto de un cambio permanente y progresivo a nivel molecular, que ocurre a partir de un punto de inicio y que se propaga siempre que se someta la parte a cargas y deformaciones variables.

El inicio de una fisura por fatiga se da siempre a partir de un punto de inicio, que puede ser producto de una falla de origen del material, de defectos en el proceso de fabricación de una pieza, o bien generado en la vida de utilización por un impacto o marca con una herramienta o un elemento duro que produce una marca o melladura. En el caso de este suceso, el inicio se produjo por la concentración de tensiones en la base del abocardado como consecuencia del exceso de torque.

A partir del punto de inicio la fisura crecerá con cada ciclo de carga; primero con una velocidad baja para luego, a partir de una longitud determinada, denominada *longitud crítica*, de una manera rápida hasta que se produce el colapso estructural. Las velocidades de propagación de ambas zonas como así también la determinación de la longitud crítica depende de muchos factores y son específicos para cada caso.

En este caso, los daños encontrados se corresponden con la etapa previa al colapso estructural que se hubiese producido al desprenderse el abocardado del caño. De todas formas, el conocimiento del proceso de la falla por fatiga permite concluir con un alto grado de probabilidad que en la unión entre el caño de presión y el switch de presión diferencial debieron presentarse pérdidas de aceite con caudal progresivo cuya detección en vuelos anteriores era plausible.

Las recargas de aceite que debieron realizarse al motor izquierdo y que se observaron en los registros técnicos de vuelo previos, pueden haber sido un síntoma, aunque no terminante, ya que los motores pueden consumir una cantidad determinada de aceite (especificada en los manuales de mantenimiento y expresada en litros o cuarto de galón por hora de vuelo) sin que esto signifique una falla o anomalía en su condición y funcionamiento. En este sentido, el casillero en el RTV y el registro de las recargas de aceite tienen por finalidad realizar el monitoreo de consumo de aceite para tomar acción cuando supere los límites establecidos.

Así como el inicio de la fisura por fatiga fue producto de la interferencia entre metales entre el tubo y la tuerca de ajuste, la propagación se produjo con cada ciclo de motor.

Acciones de mantenimiento

La investigación analizó las acciones de mantenimiento previas al suceso, las tareas del programa de mantenimiento y los registros disponibles, por lo que fue posible plantear la posibilidad concreta de situar al origen de la falla presentada en el momento de realizar el chequeo funcional del *switch* de presión diferencial de aceite, en oportunidad de la inspección o chequeo 2C cuya orden de trabajo tuvo fecha de cierre el 9 de noviembre de 2017.

La referencia documental del procedimiento de testeo es el *Aircraft Maintenance Manual; ATA 79-35-01, Task 79-35-01-720-801, "Oil filter differential pressure switch – adjustment/test"*.

El 31 de enero de 2018 se produjo el primer incidente en el LV-BEG por pérdida de aceite en el motor derecho, y el correspondiente a este informe el 7 de marzo de 2018, es decir, ocurrieron en un período de 39 días y aproximadamente a 3 meses de la inspección 2C.

El procedimiento de testeo que se cumplió en el chequeo 2C requirió la desconexión de la línea de presión de aceite que conectaba con el *switch* para acoplar una fuente de aire o nitrógeno con regulación de presión para producir un aumento progresivo sobre el *switch*. Esta tarea requiere además exceder el límite de funcionamiento normal para verificar la activación de la alarma de sobrepresión de aceite del motor. El testeo se completa con la acción inversa, reduciendo progresivamente la presión que debe extinguir la misma luz en el panel de fallas de la aeronave. Luego del testeo se debe reconectar el tubo, y por último se debe realizar una comprobación de ausencia de pérdidas de aceite con los motores en marcha.

La tarea de testeo de los *switch* de presión en ambos motores en la inspección 2C fue el único registro de mantenimiento que refleja el manipuleo de los tubos que presentaron fallas. En los mismos documentos se refleja que las mismas personas intervinieron en los dos motores. Dado que las fallas se produjeron en un período relativamente corto, es una propuesta plausible que en oportunidad de la inspección 2C se pudo exceder el torque de ajuste de la unión de la tuerca con el *switch*, y que esto dio inicio al proceso de fatiga detectado.

El conocimiento de la presencia de una falla de fatiga de material en el tubo y del proceso de inicio y crecimiento de una fisura por fatiga sugiere que en el período de progreso de la fisura debieron manifestarse pérdidas de aceite menores en la unión, cuya detección era identificable.

La experiencia de las tareas de mantenimiento indica que, en muchos casos, quien detecta una pérdida de fluido en algún sistema, adopta como primera respuesta ajustar la unión para eliminarla. La investigación no obtuvo evidencia que este haya sido el caso en este suceso, pero es oportuno volcar el conocimiento de esta práctica para generar conciencia de las posibles consecuencias no inmediatas que estas acciones pueden generar.

En una falla como la que se presentó en el LV-BEG, y para el caso en el que, ante la detección de una pérdida de aceite, se reaccione ajustando la tuerca, es probable que la pérdida desaparezca momentáneamente, pero esta acción puede dar origen a una falla, o bien si ésta ya existe, haría aumentar la velocidad de propagación de la fisura por lo que en pocos ciclos volvería a aparecer la pérdida. Si la acción adoptada no se asienta en los registros o no se transmite a quienes están a cargo del monitoreo de la condición técnica de cada una de las aeronaves de la flota, es probable que otro personal, al detectarla, adopte nuevamente la misma acción acelerando así el proceso.

Una acción habitual cuando se deben unir dos partes y que se da en muy diferentes ámbitos es el sobreajuste de la unión. Naturalmente, la preocupación por la posibilidad de que la unión se separe lleva a adoptar una actitud conservativa que genere tranquilidad de saber que esa unión no se aflojará. Para el caso de una unión que no requiera un valor de ajuste determinado, o que si lo requiere no se respete, la probabilidad de exceder el valor correcto es elevada.

Lo anterior configura un cuadro de situación que identifica la probabilidad que la unión que presentó la falla fue realizada sin el uso de un torquímetro.

Lo descripto precedentemente permite entender *que* fue lo que pasó y ubicar en el tiempo el momento donde se inicia la falla, pero esto no es suficiente para conocer *porque* pasó y de esa manera evitar la recurrencia del suceso. Para entender por qué pudo haberse producido el exceso de torque es necesario considerar el procedimiento

que se aplicó, las herramientas utilizadas, la documentación técnica de referencia y el alcance del entrenamiento brindado a las personas que intervinieron en la tarea de mantenimiento.

La evaluación por la investigación del procedimiento descrito en el AMM para el cumplimiento del testeado del *switch* de presión sugiere que el procedimiento puede generar confusión, fundamentalmente, porque no especifica explícitamente el valor de torque que se requiere en las uniones de los tubos con el *switch*. Si bien el manual detalla los casos de uniones que requieren torque, dado que la unión involucrada en el incidente es una unión estándar, es necesario referirse al capítulo 20 (ATA 20) *Prácticas Estándar* y dentro de este capítulo buscar el valor. No obstante, el procedimiento en el AMM en ningún caso advierte al lector sobre este requerimiento.

Adicionalmente, no es sencillo encontrar y determinar el valor de torque de esta unión en el ATA 20.

La conclusión obvia es que, tal y como esta presentada, la información sobre como ejecutar el procedimiento descrito en el AMM para el cumplimiento del testeado del *switch* de presión tiene potencial de inducir a errores en la tarea de mantenimiento.

Análisis de la documentación técnica de referencia

El mantenimiento de una aeronave, tanto correctivo como preventivo, exige no solamente la realización de las acciones necesarias, sino también el correcto registro documental.

La realización de las acciones necesarias impone el imperativo de la ejecución de las tareas de mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, usando las herramientas correspondientes, y llevadas a cabo por la/las personas con la habilitación y el alcance de tareas otorgado por la organización de mantenimiento.

El registro documental requiere registrar en la documentación correspondiente (orden de trabajo, registro técnico de vuelo, registro de novedades de cabina, libro de ítem de mantenimiento diferido, *task card* de ingeniería, etc.) los detalles de las acciones realizadas, la referencia de la documentación técnica utilizada, los resultados de las pruebas o ensayos funcionales requeridos, y la firma o sellado de las acciones por parte del/los mecánicos y/o inspectores que la realizaron.

La investigación no identificó discrepancias en el registro documental. Andes Líneas Aéreas registró correctamente la realización del chequeo funcional de los *switch* de presión diferencial en ambos motores en oportunidad de la realización de la inspección 2C.

Ante la probabilidad de errores en la realización de tareas de mantenimiento, la investigación evaluó si las instrucciones que describen el procedimiento a seguir presentaban aspectos que pudiesen haber contribuido al sobre torque.

La conclusión de la investigación es que las instrucciones del AMM presentan aspectos que son cuestionables en cuanto a precisión y claridad, particularmente –como se menciona en la sección anterior– al no advertir la necesidad de referirse al requerimiento de torque, y de hecho encontrar y determinar en el ATA 20 el valor de torque de esta unión es una tarea que presenta cierta dificultad.

Para estos casos, es practica estándar que en los procedimientos descriptos en los manuales técnicos se enumeren los documentos técnicos que complementan la información necesaria para ejecutar la tarea. Tal referencia no está detallada en el procedimiento de chequeo del *switch*.

La investigación analizó cada uno de los tres procedimientos del manual de mantenimiento que se aplican a la conexión del tubo de presión con el *switch*, y considera que se adoptan diferentes criterios para las comprobaciones que son requeridas para cerrar las tareas cuando un tubo de conexión de aceite es desconectado:

1- Oil Filter Differential Pressure Switch Adjustment/Test

Aplicado en el chequeo 2C; el procedimiento requiere la desconexión de la línea de presión y no requiere comprobación por pérdidas de ningún tipo.

2- Oil Filter Differential Pressure Switch – Maintenance Practices.

En este caso el procedimiento contempla la remoción/instalación del switch y requiere comprobación visualmente por pérdidas en la primera puesta en marcha del motor.

3- Oil Pressure Sense Lines – Maintenance Practices

En este caso el procedimiento contempla la remoción/instalación de las diferentes cañerías de aceite de lubricación del motor, y requiere comprobación por pérdidas haciendo girar el motor, pero sin poner en marcha (*motoring seco*).

El personal que intervinieron en la realización del chequeo funcional del *switch* tenían las licencias habilitantes, las certificaciones médicas aplicables vigentes, habían recibido entrenamiento inicial y recurrente, y habían sido autorizados por la organización para realizar las tareas correspondientes a través de los alcances otorgados en cada caso, por lo que cumplían con los requisitos formales exigibles.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el incidente

- ✓ La pérdida de aceite por un tubo de presión que conecta con el *switch* de presión diferencial produjo una caída de presión de aceite en dos eventos diferentes, dentro de un período de 39 días, en los dos motores del LV-BEG.
- ✓ La pérdida de aceite se produjo por una fisura en el abocardado del tubo de presión debido a un proceso de fatiga por haberse excedido el valor del torque en el ajuste de la tuerca de unión del tubo con el switch.
- ✓ A partir del punto de inicio por exceso de torque, la fisura incrementó su longitud en cada ciclo de motor permitiendo la salida de aceite por la unión.
- ✓ La última acción de mantenimiento registrada sobre el elemento que falló fue durante la última inspección 2C, tres meses antes del primer evento, al cumplir con el chequeo funcional del switch de presión diferencial en ambos motores de la aeronave. Esta tarea requirió la desconexión del tubo de presión de aceite, y fue realizada por la misma persona e inspeccionada por el mismo inspector en ambos motores.
- ✓ Al realizar la reconexión del tubo de presión de aceite, el requerimiento de torque de la unión no fue observado.
- ✓ La documentación técnica de referencia para la realización de la tarea no especifica ni advierte acerca del torque de la tuerca, y su valor se encuentra en el capítulo de prácticas estándar del AMM.
- ✓ Ubicar el valor de torque en el capítulo de prácticas estándar del AMM no es fácil.
- ✓ La documentación técnica provista por el fabricante, adoptada por Andes Líneas Aéreas, y aprobada por la ANAC, tiene potencial de generar errores, como el que generó la falla del tubo de presión.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A Andes Líneas Aéreas

RSO 1745

Los manuales de mantenimiento son herramientas vitales para asegurar operaciones aeronáuticas seguras y eficientes. Para lograr este objetivo, los manuales de mantenimiento deben brindar instrucciones precisas, balanceadas y explícitas. Por ello se recomienda:

- *Efectuar, de manera prioritaria, una revisión total de toda la documentación técnica utilizada para la realización de las tareas de mantenimiento, a efectos de establecer el cumplimiento con las premisas de precisión, balance y claridad, e introducir las modificaciones necesarias que de tal revisión surjan a los efectos de auspiciar su efectiva utilización en la práctica diaria.*

RSO 1746

El Código ATA Spec. 104, *Guía para entrenamiento en el mantenimiento de aeronaves*, establece los niveles de capacitación y evaluación del personal de mantenimiento. Los procedimientos en el Código ATA Spec. 104 han sido aceptados por la ANAC en los niveles establecidos. Por ello se recomienda:

- *Efectuar, de manera prioritaria, una revisión total del programa de capacitación para el personal de mantenimiento para verificar el cumplimiento con los contenidos del Código ATA Spec. 104, e introducir las modificaciones necesarias que de tal revisión surjan.*

4.2 A la Administración Nacional de Aviación Civil

RSO 1747

La vigilancia de las actividades de los prestadores de servicios y productos aeronáuticos por parte de la autoridad civil de un Estado es una línea defensiva

fundamental para garantizar la correcta aplicación de la normativa y sus procedimientos asociados. Por ello se recomienda:

- *Programar, en fecha a determinar con Andes Líneas Aéreas, una auditoría de los procesos de control de calidad en mantenimiento en su totalidad, incluyendo la evaluación de los resultados de la revisión de la documentación para las tareas de mantenimiento y los patrones de capacitación para el personal de mantenimiento, y las modificaciones que de tal evaluación hayan surgido.*



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2019 - Año de la Exportación

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-BEG - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 36 pagina/s.