



INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

COL-16-03-GIA

**Excursión de Pista por Falla del
tren de aterrizaje**

Cessna 402B, Matrícula HK-4901-G

28 Enero de 2016

**Aeropuerto El Alcaraván, Yopal
Casanare - Colombia**



ADVERTENCIA

El presente informe es un documento que refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Autoridad AIG de Colombia – Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes - GRIAA, en relación con las circunstancias en que se produjeron los eventos objeto de la misma, con probables causas, sus consecuencias y recomendaciones.

De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 114 y el Anexo 13 de 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”. Ni las probables causas, ni las recomendaciones de seguridad operacional tienen el propósito de generar presunción de 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 asociados a la causa establecida, puede derivar en conclusiones o interpretaciones erróneas.

SIGLAS

AD	Airworthiness Directives/Directivas de Aeronavegabilidad
AGL	Above Ground Level/Sobre el Nivel del Terreno
AIG	Accident Investigation Group/Grupo de Investigación de Accidentes
ARP	Airport Reference Point/Punto de Referencia del Aeropuerto
COE	Centro de Operaciones de Emergencia
GPS	Global Positioning System/Sistema de Posicionamiento Global
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes e Incidentes Aéreos
HL	Hora Local
METAR	Meteorological Aviation Routine Weather Report/Informe Meteorológico Ordinario de Aeródromo
POH	Pilot Operating Handbook/Manual de Operación la Aeronave
RAC	Reglamentos Aeronáuticos de Colombia
SEI	Servicio de Extinción de Incendios
TAR	Taller Aeronáutico de Reparaciones
UAEAC	Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil
UTC	Universal Time Coordinate/Tiempo Universal Coordinado
VFR	Visual Flight Rules/Reglas de Vuelo Visual
VMC	Visual Meteorological Conditions/Condiciones Meteorológicas Visuales
VOR	VHF Omnidirectional Range/Radiofaro Omnidireccional de VHF

ESPACIO INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

SINOPSIS

Aeronave:	Cessna 402B, HK4901G
Fecha y hora del Incidente Grave:	28 de enero de 2016, 12:42 HL (17:42 UTC)
Lugar del Incidente Grave:	Aeropuerto El Alcaraván, municipio de Yopal, Casanare
Tipo de Operación:	Aviación General
Propietario:	Aerollanos del Oriente S.A.S.
Explotador:	Pedro Antonio Galeano Morales
Personas a bordo:	Un (01) Piloto, Dos (02) Ocupantes

Resumen

El 28 de Enero de 2016, la aeronave Cessna 402B, fue programada para realizar un vuelo local desde el aeropuerto El Alcaraván (SKYP¹), con tres (03) ocupantes a bordo entre ellos un (01) tripulante.

La aeronave despegó a las 12:31 HL (17:31 UTC) y procedió a efectuar el vuelo sobre la zona designada. Siendo las 12:34 HL (17:34 UTC), el Piloto al mando solicitó retornar a SKYP, lo cual le fue autorizado.

La aeronave aterrizó por la cabecera 05 pero presentó fractura de un componente del tren de aterrizaje principal izquierdo, lo cual produjo su retracción y el derrape de la aeronave hacia el costado izquierdo y la posterior excursión de pista.

El Incidente Grave se configuró en condiciones meteorológicas visuales (VMC), no se presentó incendio post-impacto, los ocupantes resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

La investigación determinó como hipótesis de causa probable que produjo el Incidente Grave, la fractura súbita del componente Upper Side Link, del tren principal izquierdo, generada probablemente por un fenómeno de fatiga de material, producto de cargas a que es sometido el tren de aterrizaje, y que ocasionó su colapso durante la carrera de aterrizaje.

Como Factores Contribuyentes se determinaron deficientes procesos de mantenimiento que no efectúan inspecciones especiales a componentes del tren de aterrizaje, sometidos a esfuerzos, que permitan detectar fallas del material, teniendo en cuenta la edad y las frecuentes fallas de esta índole que se presentan en este tipo de aeronaves.

¹ SKYP: Código OACI para designar al aeropuerto El Alcaraván.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Antecedentes de vuelo

El 28 de enero de 2016, la aeronave Cessna 402B de matrícula HK-4901-G operada por la empresa Aerollanos del Oriente S.A.S. en la modalidad de Aviación Civil Privada (Aviación General), fue programada para efectuar un vuelo local desde el aeropuerto El Alcaraván (SKYP), con tres (03) ocupantes a bordo, entre ellos un (01) tripulante.

La aeronave despegó a las 12:31 HL (17:31 UTC) hacia el área de Araguaney² para efectuar un sobrevuelo local y siendo las 12:34 HL (17:34 UTC) el Piloto al mando solicitó retornar a SKYP, lo cual fue autorizado por los servicios de tránsito aéreo.

El HK-4901-G aterrizó por la cabecera 05 pero durante la carrera de aterrizaje, sufrió la fractura del tren de aterrizaje principal izquierdo, lo cual le hizo perder el control direccional y abandonar la pista por el costado izquierdo hacia la zona de seguridad, entre las calles de rodaje A (Alfa) y (Bravo), presentando excursión de pista.

El Incidente Grave se presentó a las 12:42 HL (17:42 UTC) en condiciones meteorológicas visuales, el Piloto y los dos (2) ocupantes resultaron ilesos y evacuaron la aeronave por sus propios medios. No se presentó incendio post-impacto.

El Grupo Investigación de Accidentes (GRIAA) fue notificado del Incidente Grave el día de los hechos, dando inicio a la Fase de “Notificación y Alistamiento”, designando dos (02) Investigadores quienes se desplazaron hacia la ciudad de Yopal con el fin de realizar la respectiva investigación de campo.



Fotografía No. 1: Estado final de la aeronave HK-4901-G

² Araguaney: Estación de Ecopetrol ubicada a 12 millas del VOR Aeropuerto El Alcaraván SKYP.

1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Ocupantes	Total	Otros
Mortales	-	-	-	-
Graves	-	-	-	-
Leves	-	-	-	-
Ilesos	01	02	03	-
TOTAL	01	02	03	-

Tabla No.1: Clasificación y cantidad de personas lesionadas

1.3 Daños sufridos por la aeronave

DAÑOS SUSTANCIALES. A consecuencia de la excursión de pista, la aeronave sufrió los siguientes daños estructurales:

- Fractura del componente Upper Side Link del tren de aterrizaje izquierdo.
- Deformación de las compuertas del tren de aterrizaje izquierdo.
- Parada súbita del motor izquierdo.
- Deformación en las puntas de las palas de la hélice izquierda.
- Abolladuras en la punta y alerón del plano izquierdo.
- Estallido de la cubierta de la rueda izquierda.



Fotografía No. 2: Condición de los daños en la hélice y tren de aterrizaje izquierdo

1.4 Otros daños

Desprendimiento de una luz de borde de pista.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	44 años
Licencia:	Piloto Comercial Avión (PCA), Piloto Privado Avión (PPA), Instructor de Vuelo Avión (IVA)
Certificado médico:	Vigente (Primera Clase)
Equipos volados como piloto:	Piper PA-23, PA-28, PA-34; Cessna C-206, C-303, C-402B, North American Rockwell Turbo Commander 690
Ultimo chequeo en el equipo:	11 de junio de 2014
Total horas de vuelo:	4877:18 horas (Bitácora de vuelo suministrada por el Piloto)
Total horas en el equipo:	1200:00 horas (Información suministrada por el Piloto)
Horas de vuelo últimos 90 días:	03:55 horas
Horas de vuelo últimos 30 días:	01:11 horas
Horas de vuelo últimos 3 días:	00:19 horas

El Piloto había realizado y aprobado satisfactoriamente el curso de tierra en el equipo Cessna 402B, el 16 de septiembre del 2015, con una intensidad de 04 horas. El 11 de junio de 2014 había aprobado satisfactoriamente el chequeo de vuelo para pilotos de aviones bimotores turbohélice y a pistón de aviación general.

1.6 Información sobre la aeronave

Marca:	Cessna
Modelo:	402B
Serie:	402B0626
Matrícula:	HK-4901-G
Certificado aeronavegabilidad:	0005611
Certificado de matrícula:	R0006474

Año de fabricación: 1974
Fecha último servicio: 24 de junio de 2015 – 200 horas
Total horas de vuelo: 14083:04 horas

Motor 1

Marca: Continental
Modelo: TSIO-520-E
Serie: 514517
Total horas de vuelo: 2526:10 horas
Total horas D.U.R.G: 1033:34 horas
Último Servicio: 24 de junio de 2015

Motor 2

Marca: Continental
Modelo: TSIO-520-E
Serie: 176696R
Total horas de vuelo: 3342:52 horas
Total horas D.U.R.G: 994:27 horas
Último Servicio: 24 de junio de 2015

Hélice 1

Marca: McCauley
Modelo: 3AF32C87R
Serie: 992370
Total horas de vuelo: 1021:16 horas
Total horas D.U.R.G: 03:55 horas
Último Servicio: 24 de junio de 2015

Hélice 2

Marca:	McCauley
Modelo:	3AF32C87N1R
Serie:	762905
Total horas de vuelo:	7504:46 horas
Total horas D.U.R.G:	206:28 horas
Último Servicio:	24 de junio de 2015

La aeronave HK-4901-G cumplía con los servicios e inspecciones ordenadas según el Manual de Mantenimiento del fabricante y los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, conforme con su certificado tipo; asimismo fueron aplicadas las Directivas de Aeronavegabilidad al avión, motores, hélices y componentes, manteniendo su condición de aeronavegabilidad.

1.7 Información Meteorológica

El METAR de SKYP, el 28 de enero de 2016 a las 17:00 UTC, era el siguiente:

SKYP 281700Z 04015KT 9000 FEW040 34/18 A2991 RMK HZ =

Viento proveniente de los 40° con intensidad de 15 nudos, visibilidad de 09 km, cobertura nubosa escasa con techo de 4,000 pies AGL. La temperatura era 34°C y la temperatura de punto de rocío era 18°C. El ajuste altimétrico era de 29.91 InHg.

1.8 Ayudas para la Navegación

No requerido. El vuelo se desarrollaba bajo reglas de vuelo visual (VFR).

1.9 Comunicaciones

No requerido. Las comunicaciones se efectuaron con normalidad entre el piloto y la dependencia de control de tránsito aéreo de SKYP y no tuvieron influencia en la ocurrencia del Incidente Grave.

1.10 Información del Aeródromo

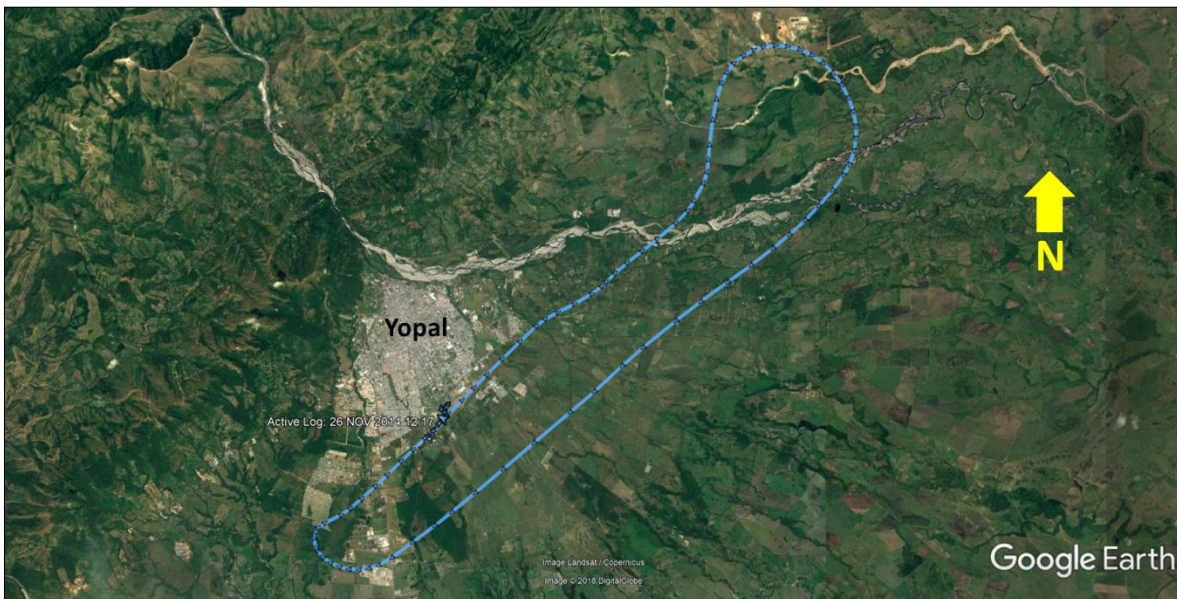
El Incidente Grave se presentó en el Aeropuerto El Alcaraván (SKYP) que presta sus servicios al municipio de Yopal (Casanare) y se encuentra localizado en las coordenadas geográficas ARP 05°19'08.75"N/072°23'02.55"W.

El aeropuerto cuenta con una pista de 2245 m de longitud y 36 m de ancho, superficie en asfáltico, orientación 05-23 y una elevación de 313 m (1027 ft) sobre el nivel del mar.

1.11 Registradores de Vuelo

No requerido. De acuerdo al Reglamento Aeronáutico de Colombia RAC 4 Normas de Aeronavegabilidad y Operación de Aeronaves, la aeronave Cessna 402B no debe incorporar dispositivos registradores de vuelo.

Los datos de trazas del equipo de posicionamiento global (GPS), instalado a bordo de la aeronave, fueron extraídos con el fin de determinar la trayectoria de vuelo y su desplazamiento a lo largo de la pista de SKYP durante el aterrizaje.



Gráfica No.1: Traza de GPS de la aeronave HK-4901-G el 28 de enero de 2016

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El Piloto inició su aproximación final por la cabecera 05, efectuó un aterrizaje normal y la aeronave sentó ruedas antes de la calle de rodaje A (Alfa); pero a 218 metros aproximadamente se produjo el colapso del tren de aterrizaje izquierdo y el primer contacto de la hélice izquierda con la superficie asfáltica de la pista.

La aeronave perdió el control direccional y presentó excursión de pista por el costado izquierdo, deteniéndose finalmente sobre en la zona de seguridad entre las calles de rodaje A y B, quedando ubicada a 645 metros de la cabecera 05, a 20 metros del borde de pista, en las coordenadas $N05^{\circ}18'58.70''$ / $W072^{\circ}23'14.4''$ y con rumbo final de 320° .

La dinámica de impacto evidenciada en la aeronave correspondió a bajo ángulo y baja velocidad horizontal.



Gráfica No. 2: Diagrama general del Incidente Grave



Fotografía No. 3: Marcas de las puntas de las palas de la hélice sobre la superficie asfáltica

Un segundo contacto de la hélice izquierda con la pista quedó evidenciado a 15 metros del primer impacto. Sobre el asfalto se observaron las marcas que dejaron las cubiertas de las ruedas al momento en que la aeronave abandonó la pista.

1.13 Información médica y patológica

El Piloto poseía certificado médico vigente de primera clase, con fecha de vencimiento 30 de mayo de 2016 y no presentaba limitaciones médicas, factores fisiológicos o psicológicos que hubiesen influenciado en la ocurrencia del Incidente Grave.

1.14 Incendio

No se presentó incendio pos-impacto.

1.15 Aspectos de supervivencia

El Incidente Grave permitió la supervivencia de sus ocupantes, la aeronave mantuvo su integridad estructural mientras se desplazaba a un costado de la pista y sobre la zona de seguridad del aeropuerto. El tripulante y los ocupantes no sufrieron lesiones y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

Una vez ocurrido el evento fue activado el protocolo de emergencia del aeropuerto, dando aviso al Servicio de Extinción de Incendios (SEI) y Sanidad Aeroportuaria. De igual forma, entró en funcionamiento el Centro de Operaciones de Emergencia (COE) de SKYP para atender la situación presentada.

1.16 Ensayos e investigaciones

La Autoridad AIG-Colombia solicitó mediante oficio radicado al explotador de la aeronave HK-4901-G, la realización de inspección y análisis de falla post-incidente al componente (upper side link) del tren principal izquierdo, el cual resultó fracturado durante la fase de aterrizaje en SKYP.

Esta solicitud se efectuó en cumplimiento del RAC vigente a la fecha del Incidente Grave (RAC 8, numeral 8.5.30.4): *“El Órgano Investigador y/o el investigador a cargo determinarán los componentes y fluidos que requieran una inspección o análisis de laboratorio para determinar el cumplimiento de las normas de calidad, su composición o su injerencia en la causalidad del suceso”*.

Sin embargo, el explotador envió una respuesta solicitando al GRIAA no enviar a inspección metalográfica la pieza fracturada, considerando que está falló como consecuencia del incidente y no como causa del mismo.

1.17 Información sobre organización y gestión

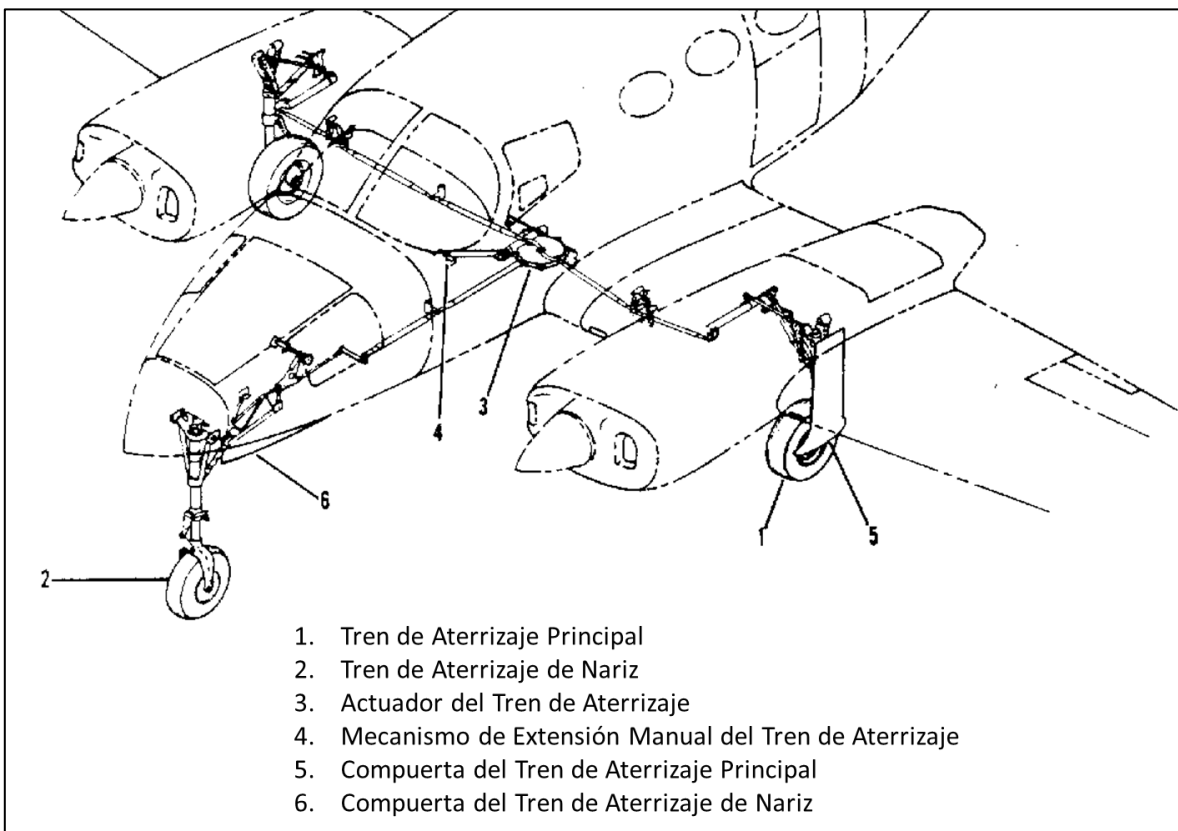
No requerido.

1.18 Información adicional

1.18.1 Tren de Aterrizaje Cessna 402B

La aeronave Cessna 402B posee un tren de aterrizaje tipo triciclo completamente articulado, consistente en dos trenes principales ubicados en la zona media de cada plano y un tren de nariz localizado en la parte delantera del fuselaje.

Cada tren de aterrizaje esta mecánicamente conectado a una única caja de engranajes localizada atrás del asiento del piloto, la cual es accionada gracias al acoplamiento de un motor eléctrico, que funciona a través de un interruptor ubicado en el panel de instrumentos del piloto.



Gráfica No. 4: Componentes principales del tren de aterrizaje de la aeronave Cessna 402B

Durante la operación en tierra, la retracción accidental, independiente de la posición del interruptor del tren, es prevenida por un interruptor de seguridad localizado sobre costado izquierdo del amortiguador. Cuando el peso de la aeronave es soportado por el tren de aterrizaje, el amortiguador es comprimido y el interruptor de seguridad se abre, previniendo que la potencia eléctrica alcance el motor de accionamiento del tren de aterrizaje. Las compuertas de los trenes de aterrizaje están conectadas mecánicamente, retrayéndose y extendiéndose con cada uno de ellos.

El tren de aterrizaje es operado por un interruptor, consistente en una perilla en forma de rueda, la cual tiene tres posiciones UP (arriba), OFF (centro) y DOWN (abajo). Para la operación del tren se tira del interruptor y se mueve en la posición deseada. Esto permite el paso de la energía eléctrica para energizar el motor de engranajes del tren, accionando el tren de aterrizaje hacia la posición seleccionada.

El motor puede continuar en movimiento hasta que el interruptor de límite hacia arriba o hacia abajo en la caja de engranajes desconecte la energía eléctrica al motor del tren de aterrizaje.

1.18.2 Declaración del Piloto

En entrevista sostenida por los investigadores de la Autoridad AIG-Colombia con el Piloto al mando del HK-4901-G, éste manifestó que durante la carrera de aterrizaje con potencia reducida totalmente, una ráfaga de viento llevó el avión nuevamente a vuelo; así mismo declaró que posteriormente la aeronave hizo contacto de nuevo con el tren principal izquierdo sobre la superficie asfáltica, produciéndose la retracción del mismo, el derrape de la aeronave hacia el costado izquierdo y la consecuente excursión de pista.

1.18.3 Fatiga de materiales

La fatiga de materiales es un fenómeno de deterioro estructural permanente, progresivo y localizado que ocurre en un material sometido a ciclos de esfuerzos repetidos, alternantes o fluctuantes, que son conocidas como cargas de fatiga y cuyos valores son menores que la resistencia a la tracción y aún más bajos que al del esfuerzo de fluencia. Durante dicho proceso se generará un punto o puntos de entallas que producen una grieta que, si se dan las condiciones adecuadas crecerá, hasta producir la fractura de la pieza después de un número de ciclos de esfuerzos.

Es un fenómeno muy importante ya que es la primera causa de rotura de los materiales metálicos (aproximadamente el 90%).

La mayoría de las fallas por fatiga inician en la superficie de la pieza y progresan lentamente desde un punto de discontinuidad o entalla, hasta formar una grieta que crece considerablemente debido a fuerzas de tensión, torsión o flexión hasta producir la fractura de manera repentina.

El proceso de fatiga de un material puede ser dividido en tres etapas perfectamente distinguibles, y que se mencionan a continuación:

Etapas I, nucleación de grietas. También es llamada etapa de “daño interno” y se presenta en ausencia de concentradores de esfuerzos. En esta etapa la deformación cíclica produce una alteración de la subestructura de dislocaciones que conduce a la formación de discontinuidades geométricas que posteriormente se desarrollarán como grietas. La extensión de esta etapa depende de la amplitud de esfuerzos; a amplitudes de esfuerzo bajas, la nucleación de grietas puede significar hasta el 90% de la vida en fatiga.

Etapa II, propagación de grietas. Para la mayoría de los casos reales, la fatiga transcurre como la propagación de una grieta estable en el material, ya sea por la presencia de concentradores de esfuerzos o por que la nucleación de grietas es acelerada por algún medio. En esta etapa la fractura ocurre por un mecanismo particular asociado con la deformación cíclica de la punta de la grieta, mientras que la deformación del resto de la pieza puede ser elástica. Esta situación es la que permite la aplicación de la mecánica de fractura lineal elástica para el análisis y predicción de la vida en fatiga de componentes reales.

Etapa III, fractura final. Cuando la grieta está próxima a alcanzar su tamaño crítico, la fractura comienza a ocurrir por una combinación de fatiga (es decir, deformación cíclica de la punta de la grieta) y formas de fractura estática, como la fractura por clivaje o por coalescencia de huecos. En esta etapa la falla es controlada por la tenacidad a la fractura del material y con una gran influencia de la microestructura y del estado de esfuerzos.

Mediante una inspección a la superficie de fractura se puede definir para la morfología de la falla por fatiga, dos situaciones típicas que se presentan de acuerdo a la configuración geométrica de la pieza:

a) *Fatiga en secciones gruesas.* Al presentarse la fractura del material se puede distinguir tres zonas en su superficie:

i. *Zona de inicio.* Las superficies de fractura por fatiga en su etapa de inicio no presentan rasgos sobresalientes, siendo planas, brillantes y con muy pocas líneas, pudiendo notarse pequeños escalones en la zona de iniciación debido a la nucleación de varias grietas simultáneamente. Usualmente el límite de la zona de iniciación está bien definido por una línea de frente de propagación.

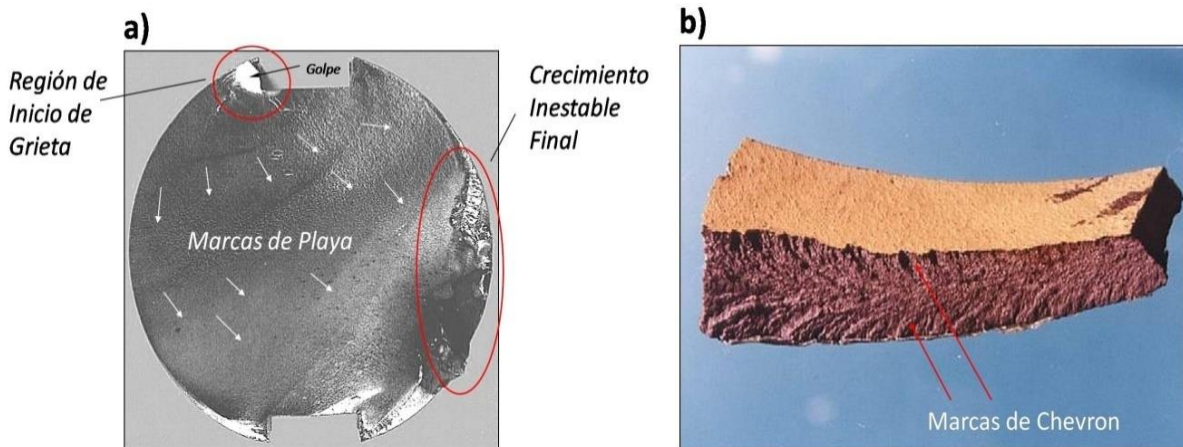
ii. *Zona de propagación estable.* Es una superficie relativamente plana, orientada perpendicularmente a la dirección del esfuerzo principal máximo, brillante u opaco según el medio en que se encuentre la pieza. La principal característica de esta superficie es la presencia de marcas paralelas en formas de ondas o surcos paralelos entre sí, ligeramente curvos y cuyo centro parece converger hacia el punto de inicio.

Estas marcas son conocidas como marcas de playa, por su semejanza con las ondas formadas en la arena de playa por efecto del viento y la marea. Son formadas por el frente de propagación de la grieta cuando éste sufre alguna alteración por variación de la amplitud de carga, detención temporal, o cambio del ambiente y por lo mismo son muy valiosas en un análisis de fallas para reconstruir la secuencia de la falla. La segunda característica sobresaliente de una superficie son una serie de escalones o bordes radiales, paralelos a la dirección de propagación de la grieta y que se forman cuando la grieta se propaga en niveles ligeramente diferentes.

iii. *Zona de fractura final.* Cuando la grieta está próxima a alcanzar su tamaño crítico, la alta concentración de esfuerzos provoca una transición a una fractura por corte y la superficie de fractura se hace más rugosa y comienza a inclinarse hasta un ángulo cercano a los 45°, formando un labio en la zona de desprendimiento final. Dependiendo de la

ductilidad del material, puede presentarse una deformación severa e incluso un cuello en esta zona.

- b) *Fatiga en pared delgada.* La característica morfológica de la falla por fatiga es el desarrollo en su superficie de marcas tipo Chevron, cuyo patrón consiste en pequeños lomos o hendiduras en la fractura que generalmente se propagan a medida que la fractura crece.



Gráfica No.5: Morfología de fallas por fatiga: a) Sección gruesa b) Pared delgada

1.19 Información Adicional

1.19.1 Supplemental Inspection Number - SIN 32-30-05

El Supplemental Inspection Number - SIN 32-30-05 de Cessna, tiene como propósito la inspección por fracturas por fatiga y excesivo desgaste en los mecanismos, bujes, rodamiento y agujeros de conexión en la estructura que pudieran causar el incorrecto ensamblaje del mecanismo y causar la retracción inadvertida de los trenes de aterrizaje.

Para realizar la inspección deberá desensamblarse los mecanismos de los trenes para verificar cada mecanismo e inspeccionar otras zonas de la parta baja del ala. Así mismo, en la última parte de la inspección deberá reinstalarse cada componente de acuerdo al manual de servicio de la aeronave.

1.19.2 Special Airworthiness Information Bulletin – SAIB CE-10-48

De otra parte, el SAIB CE-10-48 informa a los propietarios, operadores y personal de mantenimiento del equipo Cessna Modelo 402C, los lineamientos de precaución que deberán ser adicionados al Manual de Mantenimiento del Cessna 402C relacionados con el sistema del tren de aterrizaje.

El documento cita que se debe tener precaución y debe asegurarse de utilizar las arandelas correctas rotuladas durante su remoción para asegurar su apropiada ubicación en la reinstalación, asegurarse además de que las mismas arandelas se ubiquen apropiadamente bajo la cabeza del perno y la tuerca cuando se reconectan las tijeras del torque link (Link Assy Main Gear Strut).

Se menciona en el mismo documento como antecedente, un incidente sucedido a una aeronave Cessna 402C durante su carreteo para despegar, durante el cual ocurrió la pérdida de control del tren de aterrizaje derecho (MLG) debido a la separación del punto de pivote del torque link (Link Assy Main Gear Strut).

Dicha separación permitió que el puntal inferior y la rueda rotaran 90 perpendicular a la pista, lo cual causó que la llanta se trabara y por tanto se inhibiera la controlabilidad de la aeronave. Después de la investigación de este incidente, se concluyó que el incidente se debió al ensamble incorrecto de los accesorios de ajuste del torque link (Link Assy Main Gear Strut), específicamente la arandela(P/N)5045018.

La revisión del manual de mantenimiento del Cessna 402C que contenía estas notas de precaución se emitió a finales del año 2011.

1.20 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Se emplearon las técnicas contenidas en el Documento 9756³ de la OACI, así como todas las evidencias físicas, documentales y testimoniales recopiladas durante la inspección de campo y el proceso investigativo.

ESPACIO INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

³ OACI: Doc. 9756, Manual de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación.

2. ANÁLISIS

2.1 Operaciones de vuelo

2.1.1 Calificaciones de la tripulación

El Piloto disponía de licencias técnicas PCA, PPA e IVA vigentes, se encontraba habilitado y contaba con experiencia en la operación del equipo Cessna 402B. Había realizado el chequeo de vuelo para pilotos de aviones bimotores turbohélice y a pistón de aviación general, con resultado satisfactorio.

Poseía certificado médico vigente de primera clase, sin limitaciones médicas o fisiológicas que afectarán su desempeño durante el desarrollo de la operación aérea.

2.1.2 Procedimientos Operacionales

- A. Planificación:** La aeronave HK-4901-G fue programada para efectuar un vuelo local, partiendo desde el aeropuerto El Alcaraván, con un (01) Piloto al mando y dos (02) personas a bordo; una autonomía para 02:00 horas de vuelo, siguiendo reglas de vuelo visual (VFR).
- B. Peso y Balance:** De acuerdo al manifiesto de peso y balance diligenciado el 28 de enero de 2016, los pesos particulares transportados por la aeronave al momento del despegue eran los siguientes:

Item	Peso (lb)
Peso vacío del avión	4391
Piloto y Copiloto	300
Combustible Principales	300
Combustible Auxiliares	60
Primera Fila	180
Peso de Decolaje	5231

Tabla No. 2: Relación de pesos transportados por la aeronave HK-4901-G

Tomando como referencia el POH de la aeronave Cessna 402B, el peso máximo de despegue es de 6300 lb, valor que es superior al calculado anteriormente.

Teniendo en cuenta el análisis de peso al despegue, la investigación descartó el sobrepeso de la aeronave HK-4901-G como factor contribuyente en la ocurrencia del Incidente Grave.

2.2 Condiciones meteorológicas

Con el fin de determinar la probable influencia de las condiciones meteorológicas en la ocurrencia del Incidente Grave, se efectuó la estimación de las componentes de viento predominantes en SKYP:

- Cabecera: 05
- Rumbo: 052°
- Viento de Frente: 15 kt
- Viento Cruzado: 03 kt (izquierda)

La aeronave Cessna 402B permite una velocidad con viento cruzado máxima demostrada de 16 nudos, valor detallado en el POH, Section 4 Normal Procedures, "Airspeeds for safe operations", Figure 4-2, pág. 4-5.

Teniendo en cuenta el anterior valor y el calculado tomando como referencia el METAR disponible, se determinó que las condiciones meteorológicas no ocasionaron movimientos abruptos o inestabilidad en la aeronave durante la fase de aterrizaje, razón por la cual no tuvieron influencia en el desarrollo del Incidente Grave.

2.3 Mantenimiento de la aeronave

El explotador había trasladado recientemente la aeronave HK-4901-G al aeródromo Flaminio Suarez Camacho (SKGY) localizado en municipio de Chía (Cundinamarca), con el fin de efectuarle un servicio de 200 horas, en un Taller Aeronáutico de Reparaciones (TAR) autorizado por la Autoridad Aeronáutica.

Según la documentación aportada a la investigación, a la aeronave HK-4901-G se le efectuó mantenimiento de acuerdo al programa de mantenimiento establecido por el fabricante, conforme a su certificado tipo. Todas las alteraciones mayores y modificaciones que se le aplicaron se encuentran debidamente soportadas con información técnica aprobada. Los componentes "Hard Time" y "On Condition" se encontraban controlados entre los límites correspondientes.

Se dio cumplimiento a las Directivas de Aeronavegabilidad (AD's) correspondientes, según se detalla en la Tabla No. 3, Relación de AD's aplicables a la aeronave HK4901G.

De igual forma, se dio cumplimiento a los ítems especiales de 50, 100, 200, 250, 300, 500, 600, 800, 1000, 1500 y 1600 horas; así como los ítems de 1, 2, 3, 5 y 6 años.

La aeronave, el motor y la hélice fueron inspeccionados de acuerdo a los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), siendo declarados en condición Aeronavegable por el Inspector Técnico encargado.

AD No.	Descripción
2000-01-16	SISTEMA DE ESCAPE
2005-12-12	AREAS DE LA TAPA BAJA DE LA VIGA DEL PLANO DERECHO E IZQUIERDO Para evitar el fracaso en tapa baja de la viga del plano causada por grietas de fatiga no detectadas
2009-04-04	VIGA AUXILIAR DEL PLANO Para detectar y corregir este tipo de grietas, que de no corregirse podrían resultar en el fracaso de la viga auxiliar del plano y causa el colapso del tren de aterrizaje durante el aterrizaje normal. Esto podría conducir a la pérdida de control y lesiones a los pasajeros.

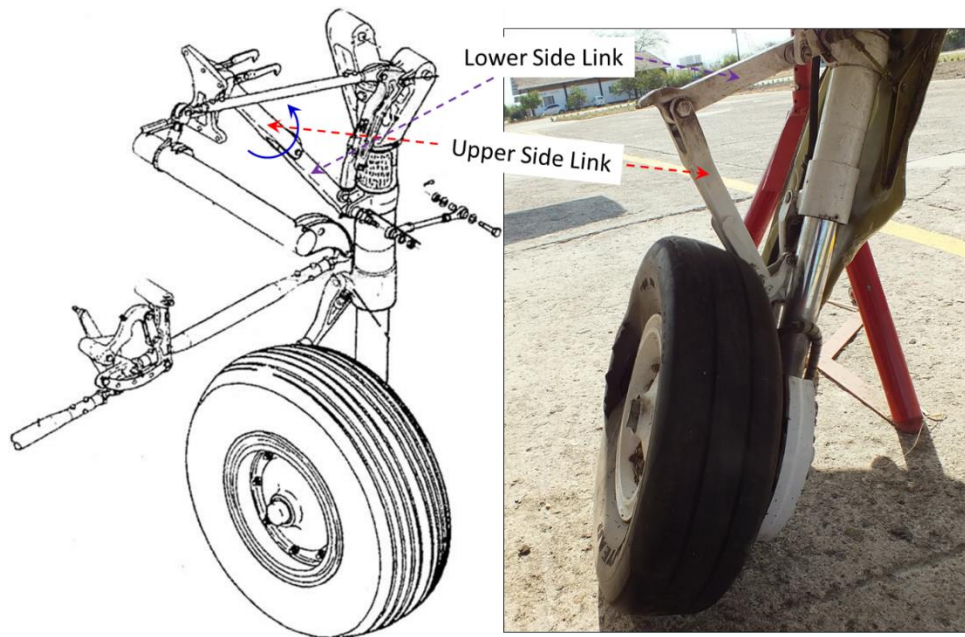
Tabla No. 3: Relación de AD's aplicables a la aeronave HK-4901-G

No se encontraron reportes en el libro de vuelo o discrepancias en los documentos relacionados, con los trabajos efectuados a la aeronave HK-4901-G, que permitieran determinar la relación del factor mantenimiento en la ocurrencia del evento investigado.

2.4 Sistemas de la aeronave

2.4.1 Tren de aterrizaje izquierdo

El tren de aterrizaje izquierdo colapsó al presentarse la fractura de la pieza Upper Side Link, la cual se encuentra sujeta entre la estructura del plano y el Lower Side Link, encargada mediante su movimiento rotacional de permitir la extensión y retracción del tren, como se muestra a continuación:

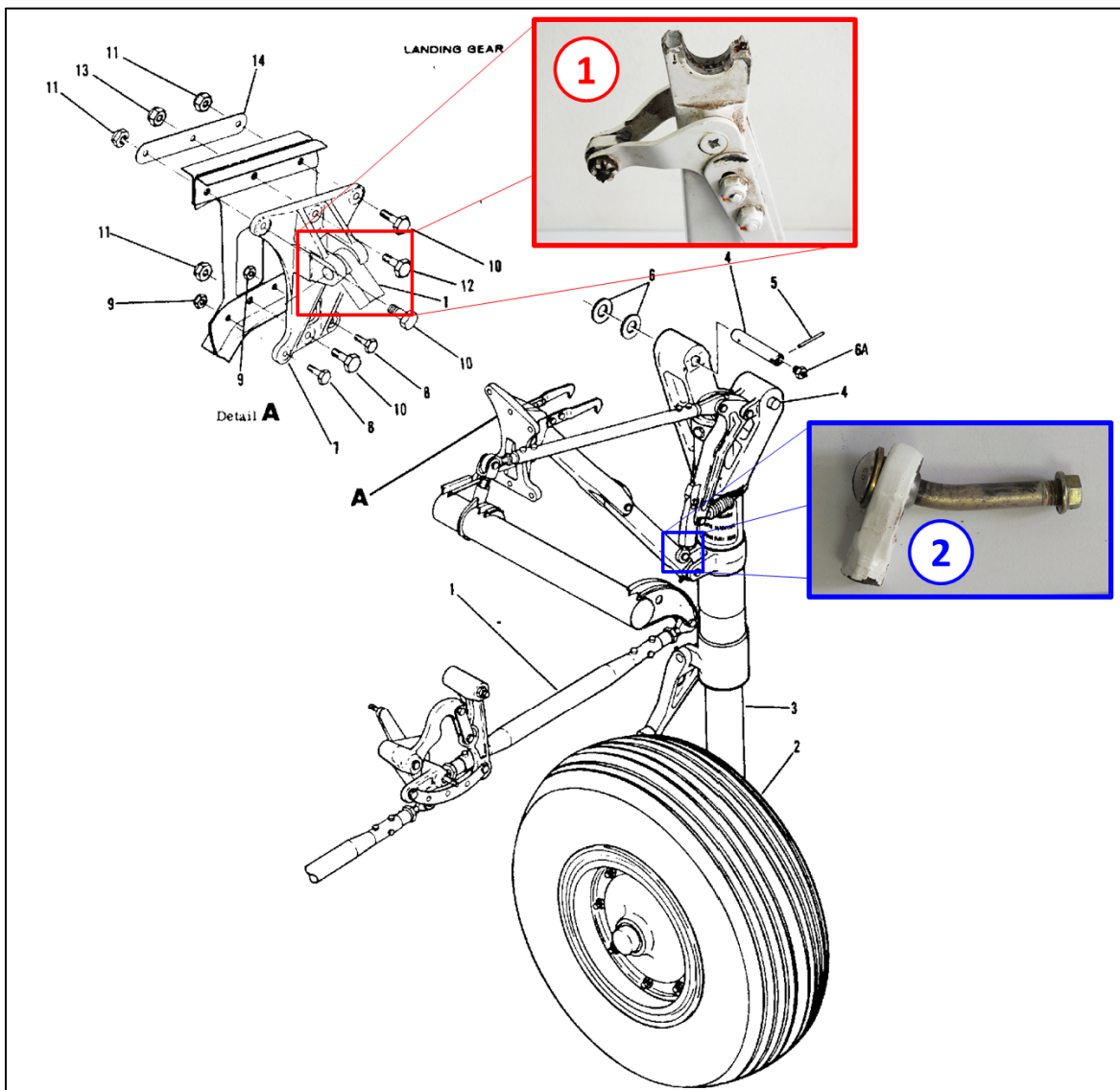


Gráfica No. 6: Componente mayor fracturado en el tren de aterrizaje

Esta pieza quedó incrustada entre la rueda y el pistón del amortiguador, condición que ocasionó abrasión en una de las caras de fractura, al rozar está contra la parte externa del disco del freno de la rueda, durante la carrera de desaceleración.

De igual forma, se presentó la fractura en la conexión inferior de la pieza Downlock Link, encargada de permitir el aseguramiento del tren en la posición de extensión, mediante la aplicación de una fuerza a través del accionamiento de un bellcrank. Además, la tijera se desacopló como resultado de la retracción abrupta del tren.

En la siguiente gráfica se detallan las zonas de fractura presentadas en la conexión superior del componente Upper Side Link (1) y la conexión inferior del componente Downlock Link (2):

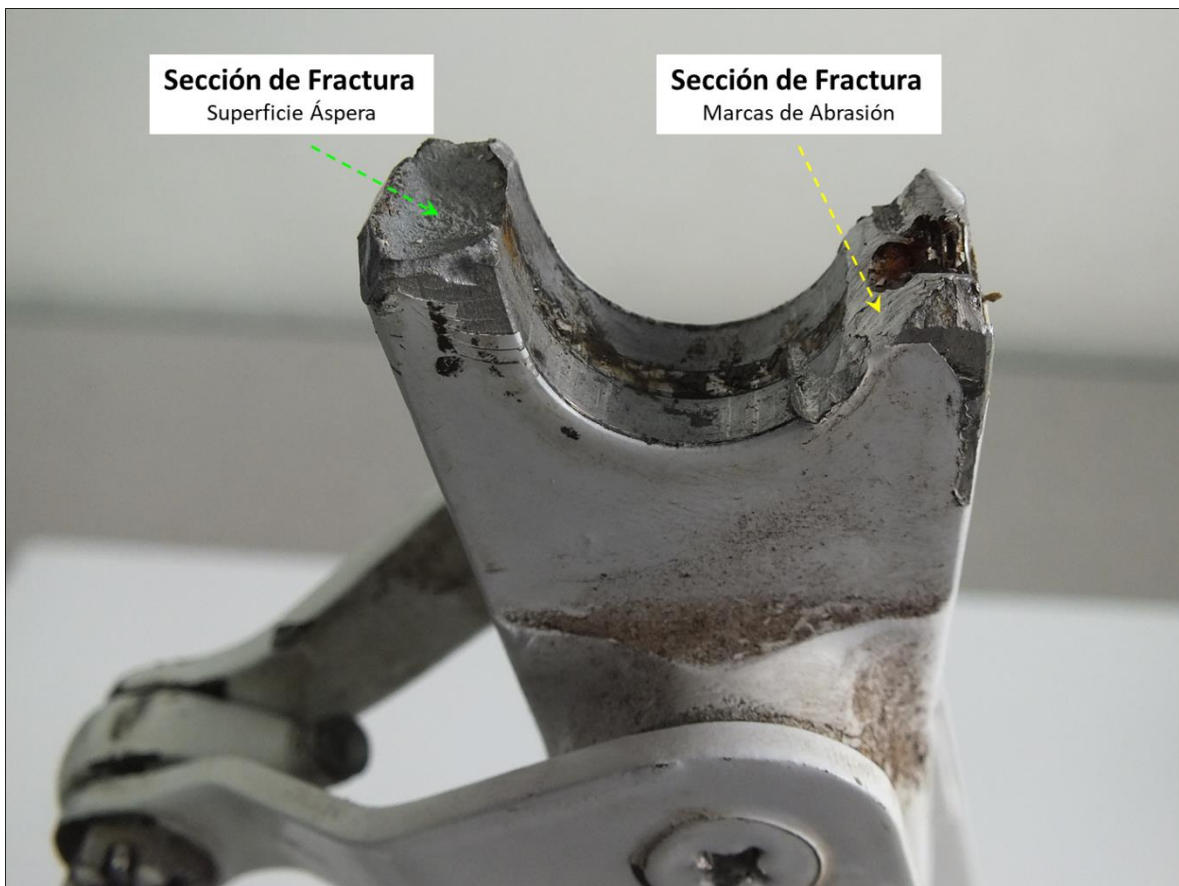


Gráfica No. 7: Ubicación de las zonas de fractura en las piezas analizadas

1. Upper Side Link

En la inspección visual efectuada en las secciones de fractura del Upper Side Link se pudo constatar que:

- En una sección de fractura se observaron marcas de abrasión producidas por el rozamiento entre superficies metálicas; la cara de la sección presentó contacto con el disco de freno de la rueda.
- En la otra sección, se evidenció que su superficie presentaba un aspecto áspero, morfología característica de las fracturas de tipo frágil. Ante la ausencia de un examen macroscópico, no pudo determinarse con mayor precisión particularidades propias de una falla por fatiga.



Fotografía No. 4: Características de las superficies de fractura – Upper Side Link

A menudo, la causa de la falla puede deducirse después de examinar las superficies de fractura. La presencia de marcas de playa y/o estrías sobre una superficie de fractura, confirma que la causa fue producto de la fatiga del material. Sin embargo,

la ausencia de ambos tipos de marcas no excluye que la causa de la fractura haya sido producida por fatiga.

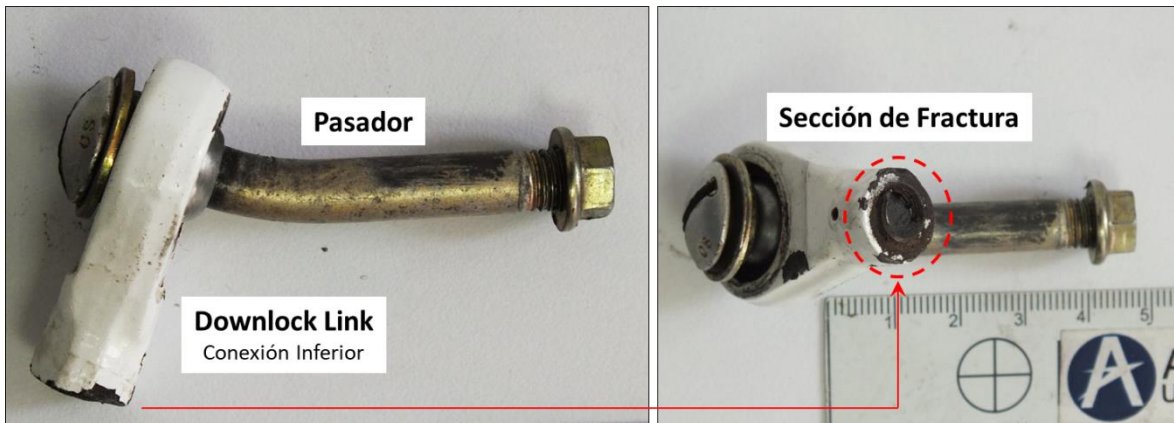
La ausencia de un análisis de falla del componente fracturado, impidió a la investigación determinar con pruebas certificadas, los factores contribuyentes de tipo técnico/operacional que llevaron a su ocurrencia.

Por este motivo, durante la investigación se asumió como hipótesis de falla que la fractura del componente Upper Side Link fue producida probablemente por el fenómeno metalográfico de fatiga de materiales.

2. Downlock Link

La fractura evidenciada en la conexión inferior del Downlock Link presentaba una sección de corte lisa a simple vista; la sección del tornillo interior mostraba escasa deformación plástica, característica típica de una falla producida por fuerzas de impacto (alta velocidad y alta absorción de energía).

En el pasador se observó una deformación plástica, condición propia de materiales dúctiles (ej. Acero), producida por altos esfuerzos de tipo cortante que modificaron permanentemente la geometría de la pieza; la cual exhibió una considerable flexión, sin llegar a fracturarse.



Fotografía No. 5: Sección de fractura y deformación - Downlock Link

2.5 Pruebas de laboratorio

No se realizaron pruebas de laboratorio en el componente fracturado, tal como lo ordenó la Autoridad AIG-Colombia, razón por la cual no pudo determinarse técnicamente el origen y los factores contribuyentes que generaron la falla y el colapso del tren de aterrizaje.

El explotador de la aeronave HK-4901-G incumplió la normatividad vigente al momento de recibir la solicitud para el análisis de falla del componente fracturado:

“Todos los gastos derivados de la investigación de un accidente, incidente grave e incidente de aviación, serán costeados por el propietario y/o explotador de la aeronave. Los costos deben

*cubrir entre otros: la inspección de las plantas motrices, la realización de análisis de calidad del combustible, fluido hidráulico y aceite en laboratorios especializados, la decodificación de los registradores de vuelo (cuando sea aplicable), **los análisis en laboratorios metalográficos de las partes comprometidas en fallas de material**, el envío de dichas partes al exterior o a las entidades descritas y los gastos derivados del viaje, traslados y la permanencia en lugar de los investigadores. Cuando la autoridad aeronáutica y/o el Órgano investigador asumen tales costos, repetirán contra el propietario y/o explotador interesado⁴".*

ESPACIO INTENCIONALMENTE DEJADO EN BLANCO

⁴ RAC 8 Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación, numeral 8.5.32 Costos de la Investigación

3. CONCLUSIÓN

Las conclusiones, las causas probables y los factores contribuyentes que se presentan en este informe, fueron determinados de acuerdo a las evidencias factuales y al análisis adelantado en el proceso investigativo.

Las conclusiones, causas probables y factores contribuyentes, no se deben interpretar como indicadores de culpa 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 la ocurrencia de futuros accidentes.

3.1 Conclusiones

El Piloto contaba con licencias PPA, PCA e IVA vigentes; estaba calificado y contaba con suficiente experiencia para operar el equipo Cessna 402B.

El Piloto contaba con certificado médico de primera clase vigente y no presentaba limitaciones físicas, médicas o psicológicas que afectaran su desempeño durante el vuelo.

La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía con los servicios de mantenimiento exigidos por el fabricante y la Autoridad Aeronáutica.

La última inspección de mantenimiento realizada a la aeronave, motor y hélice correspondió a un servicio de 200 horas, contratado por el explotador a un TAR, quien declaró su condición de aeronavegabilidad.

La aeronave había sido programada para efectuar un vuelo local desde el aeropuerto El Alcaraván (SKYP) que presta sus servicios al municipio de Yopal (Casanare), bajo reglas de vuelo visual (VFR).

El vuelo se cumplió sin novedad y la aeronave aterrizó de manera normal.

El componente Upper Side Link del tren de aterrizaje izquierdo presentó fractura súbita en la parte superior de conexión con la estructura de la aeronave.

El tren de aterrizaje principal izquierdo colapsó durante la fase de aterrizaje por la cabecera 05 de SKYP, generando excursión de pista de la aeronave entre las calles de rodaje A y B.

La aeronave sufrió daños sustanciales como el colapso del tren de aterrizaje principal izquierdo y deformación de sus compuertas, estallido de la cubierta de la rueda izquierda, deformación de las palas de la hélice izquierda, parada súbita del motor izquierdo, abolladuras en la punta del plano izquierdo.

La dinámica de impacto correspondió a un bajo ángulo y baja velocidad horizontal.

El peso y balance de la aeronave HK-4901-G se encontraba entre los límites establecidos por el fabricante y no fue factor determinante en la ocurrencia del evento investigado.

Las condiciones meteorológicas eran adecuadas para el seguro desarrollo de la operación aérea y no tuvieron relación con falla presentada.

El funcionamiento del grupo moto-propulsor fue adecuado hasta el momento en que se presentó el colapso del tren de aterrizaje izquierdo.

El componente Upper Side Link no fue sometido al análisis de falla solicitado por la Autoridad AIG-Colombia, incumpliendo el explotador lo establecido en la normatividad vigente (RAC 8, numeral 8.5.32 “Costos de la investigación”).

La investigación determinó, como hipótesis de falla que produjo el colapso del tren de aterrizaje principal izquierdo, la fractura del componente Upper Side Link producida por un fenómeno de fatiga de materiales.

El Incidente Grave permitió la supervivencia; el Piloto y los dos (02) ocupantes resultaron ilesos y evacuaron la aeronave por sus propios medios.

No se presentó incendio post-impacto.

3.2 Causa(s) probable(s)

De acuerdo a la investigación realizada, se estableció como hipótesis de falla:

Fractura súbita del componente Upper Side Link, del tren principal izquierdo, generada probablemente por un fenómeno de fatiga de material, producto de cargas a que es sometido el tren de aterrizaje, y que ocasionó su colapso durante la carrera de aterrizaje.

Factores Contribuyentes

Deficientes procesos de mantenimiento que no efectúan inspecciones especiales a componentes del tren de aterrizaje, sometidos a esfuerzos, que permitan detectar fallas del material, teniendo en cuenta la edad y las frecuentes fallas de esta índole que se presentan en este tipo de aeronaves.

Taxonomía OACI

SCF–NP: Falla o malfuncionamiento de sistema /componente (no del grupo motor).

RE: Excursión de Pista.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A LA EMPRESA AEROLLANOS DEL ORIENTE S.A.S.

REC. 01-2016-03-02

Establecer un procedimiento de “Auditorias de Mantenimiento”, el cual será aplicado a las empresas contratistas y/o técnicos de mantenimiento aeronáutico contratados por la empresa, con el propósito de asegurar la correcta realización de inspecciones y trabajos de mantenimiento aeronáutico.

REC. 02-2016-03-02

Implementar y garantizar la ejecución de buenas prácticas de mantenimiento en todos los procesos de renovación, instalación, chequeos y pruebas en los sistemas de las aeronaves, así como cumplir las normas indicadas en el AC 43-13 (Circular Informativas) que trata sobre prácticas estándar en las aeronaves.

REC. 03-2016-03-02

Implementar un procedimiento de tipo técnico y administrativo que permita la realización de pruebas funcionales, análisis de falla, metalográficas y de fluidos, de componentes involucrados en eventos de seguridad operacional, que sean ordenados por la Autoridad de Investigación de Accidentes en cumplimiento al RAC 114 Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación, numeral 114.500 *Actuaciones post - accidente / incidente grave o incidente*, parágrafo (h).

4.2 A LA EMPRESA AEROLLANOS DE ORIENTE Y A TODOS LOS OPERADORES DE AERONAVES CESSNA 402, 421, 404 O SIMILARES

REC. 04-2016-03-02

Incorporar en el Manual de Mantenimiento de cada empresa, las recomendaciones de mantenimiento “Special Airworthiness Information Bulletin SAIB CE 10-48, emitidas por la FAA Aviation Safety, de los Estados Unidos, para el mantenimiento del Landing Gear-Main Landing Gear, la cual emite directrices de advertencia con respecto al perno, tuerca y arandelas utilizadas para la conexión del Link Assy Main Gear Strut.

REC. 05-2016-03-02

Elaborar un Boletín de Seguridad en el cual se recabe al personal de Mantenimiento, el estricto cumplimiento, paso a paso, de ensamble y ajuste del Tren de Aterrizaje, de acuerdo al Manual de Servicio Cessna, y el cumplimiento de las instrucciones SID 32-10-00 / 01 / 03, y Cartas de Instrucción SL ME-75-23, SB MEB88-5 y MEB09-2.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5°.
investigacion.accide@aerocivil.gov.co
Tel. +57 1 2963186
Bogotá D.C - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA
GSAN-4.5-12-035



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL