

Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4-5-12-085



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

INFORME

FINAL

ACCIDENTE

COL-19-72-GIA

**Pérdida de control por falla
de motor**

Piper PA32-301T

Matrícula HK2629

30 de diciembre de 2019

Vereda San Pablo, Lebrija
Santander - Colombia



ADVERTENCIA

El presente Informe Provisional refleja el avance 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 Preliminar tiene el propósito de señalar culpa o responsabilidad.

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Preliminar 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

SIGLAS	5
SINOPSIS	6
RESUMEN	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1 Reseña del vuelo	7
1.1.2. Organización de la investigación	8
1.2 Lesiones personales.....	9
1.3 Daños sufridos por la aeronave	9
1.4 Otros daños.....	9
1.5 Información personal	9
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	10
1.7 Información Meteorológica	11
1.8 Ayudas para la Navegación	11
1.9 Comunicaciones	12
1.10 Información del Aeródromo	12
1.11 Registradores de Vuelo	12
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	15
1.13 Información médica y patológica.....	18
1.14 Incendio.....	18
1.15 Aspectos de supervivencia.....	18
1.16 Ensayos e investigaciones	18
1.16.1 Análisis de falla al cigüeñal para el motor Lycoming	19
1.16.2 Composición química para el material del cigüeñal.....	24
1.17 Información orgánica y de dirección	24
1.18 Información adicional.....	25
1.18.1 Explicación General sobre el Motor Recíproco.....	25
1.18.1 Estado de carga para los motores recíprocos.....	25
1.18.2 Los Cojinetes.....	27
1.18.3 Función principal del cojinete.....	27
1.18.4 Características de los cojinetes	28
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación	28

2. ANÁLISIS	29
2.1 Operaciones de vuelo.....	29
2.2 Mantenimiento	29
2.2.1 Discrepancias en los registros de mantenimiento.....	30
2.2.2 Análisis de la falla del cigüeñal	30
2.2.3 Ausencia de actividades para detección de falla en el material	32
2.2.4 Control de las actividades contratadas.....	32
3. CONCLUSIONES	33
Causas probables	34
Factores Contribuyentes	34
Taxonomía	34
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	35
REC 01-201972-1.....	35
REC 02-201972-1.....	35
REC 03-201972-1.....	35
REC 04-201972-1.....	35
REC 05-201972-1.....	35

SIGLAS

ATC	Controlador de Tránsito Aéreo
APP	Aproximación
D.U.R.G.	Después de la última reparación general
ELT	Emergency Locator Transmitter
FIAA	Formulario de Inspección Anual de Aeronave
GPS	Dispositivo de posicionamiento global
IIC	Investigador a Cargo
NTSB	National Transportation Safety Board, Autoridad de investigación de accidentes de los Estados Unidos
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PMU	Puesto de Mando Unificado
RPM	Revoluciones por minuto
SKBG	Aeropuerto de Bucaramanga
SKCM	Aeródromo de Cimitarra
SMS	Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional
TAR	Taller Aeronáutico de Reparaciones
TSB	Transportation Safety Board, Autoridad de investigación de accidentes de Canadá
TWR	Torre de Control
VFR	Reglas de vuelo visuales

SINOPSIS

Aeronave:	Piper PA32-301T
Fecha y hora del Accidente:	30 de diciembre de 2019, 09:22 HL (14:22 UTC)
Lugar del Accidente:	Vereda San Pablo, Lebrija - Santander
Coordenadas:	N07°06'21.3" – W073°11'37.2"
Tipo de Operación:	Servicio Aéreo Comercial de Transporte Público No Regular, Taxi Aéreo
Explotador:	Líneas Aéreas Galán Ltda. - Aerogalán
Personas a bordo:	01 Piloto, 02 Pasajeros

RESUMEN

El 30 de diciembre de 2019 la compañía Aerogalán programó la aeronave Piper 32-301T de matrícula HK2629 para realizar vuelos de transporte de valores en la ruta Bucaramanga – Cimitarra – Ocaña – Bucaramanga.

A las 14:08 UTC (09:08 HL) la aeronave despegó por la pista 35 del Aeropuerto Palonegro (OACI: SKBG), que sirve a la ciudad de Bucaramanga, con destino a Cimitarra (OACI: SKCM).

Seis (6) minutos después del despegue, a las 09:14 HL, la tripulación del HK2629 solicitó al ATC regresar a Palonegro, y, posteriormente, informó la falla del motor. Poco después, el Piloto informó que aterrizaría al costado derecho de una estación de servicio ubicada cerca del municipio de Lebrija, ante la imposibilidad de llegar al aeropuerto Palonegro.

En este momento la aeronave se encontraba a la vista del personal de la Torre de Control y de los Bomberos Aeronáuticos; luego se perdió el contacto visual, se efectuaron varios llamados por parte de la Torre de Control, sin obtener resultados satisfactorios.

Ante esta situación, se iniciaron las coordinaciones de búsqueda a través de los organismos de rescate, quienes procedieron al área en donde el Piloto había reportado su posición por última vez.

Después de aproximadamente 32 minutos de búsqueda, a las 09:54 HL, una aeronave que sobrevolaba el área informó que el avión HK2629 se encontraba siniestrada, a 0.3 NM al norte de la estación de servicio referida por el Piloto en su última comunicación.

El SEI y SAR del aeródromo, los Bomberos del municipio de Lebrija, la Policía y el Ejército, se dirigieron al lugar y confirmaron el accidente de la aeronave y las lesiones fatales de sus tres (03) ocupantes.

El accidente ocurrió a las 09:22 HL (14:22 UTC), en condiciones visuales. No se presentó fuego post impacto. La aeronave resultó destruida por el impacto contra el terreno.



Fotografía No. 1: Condición final aeronave HK-2629

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 30 de diciembre de 2019 la compañía Aerogalán programó la aeronave Piper 32-301T de matrícula HK2629 para realizar vuelos de transporte de valores en la ruta Bucaramanga – Cimitarra – Ocaña – Bucaramanga. A las 14:00 UTC (09:00 HL) se presentó Plan de Vuelo ruta VFR hacia Cimitarra (OACI: SKCM) vía Chucurí 1A, con una autonomía de 3 horas, tiempo de vuelo 45 minutos, a una altitud de 6.500 pies y con tres (03) ocupantes a bordo

A las 14:00 UTC (09:00 HL), la aeronave inició motores desde la plataforma de la compañía y la Torre le autorizó el rodaje hacia la cabecera 35. A las 14:08 UTC (09:08 HL), se autorizó el despegue por parte del ATC y la aeronave procedió de acuerdo con la ruta registrada en el Plan de Vuelo.

Posteriormente, a las 14:14 UTC (09:14 HL), aproximadamente a 10 NM al suroeste del aeropuerto Palonegro, en el sector de Chucúa, el Piloto comunicó al ATC “...Solicitud regresar a Palonegro...motivos de la compañía...”. El ATC autorizó el aterrizaje, comunicándole al Piloto que notificara en final a la pista 35.

A las 14:18 UTC (09:18 HL), el Piloto reportó “...Cinco minu...a cinco millas, dos minutos de aterrizar, tuve falla de motor, procedo directo a la final...” ; el ATC confirmó la autorización y proporcionó la información correspondiente al viento, que, para ese momento, se encontraba en calma.

A las 14:20 UTC (09:20 HL), el ATC le solicitó al Piloto la confirmación de su posición, a lo cual el Piloto respondió “...dos punto ocho millas, cinco mil doscientos pies, pendiente”

Posteriormente, a las 14:21 UTC (09:21 HL), el Piloto le comunicó al ATC “...a uno punto cinco millas, el Aerogalán dos seis dos nueve básico... posiblemente no alcanzo a aterrizar,

voy a proceder aquí al costado derecho de la bomba de servicios, antecitos de Lebrija pendiente...”

Luego de esta comunicación se realizaron varios llamados a la tripulación del HK2629 por parte del ATC, sin obtener resultados satisfactorios. Ante esta situación, se iniciaron las coordinaciones de búsqueda a través de los organismos de rescate y salvamento, quienes procedieron al área en donde el Piloto reportó su posición por última vez.

La búsqueda se prolongó hasta las 14:54 UTC (09:54 HL), cuando una aeronave que sobrevolaba el área informó que la aeronave se encontraba siniestrada, a 0.3 NM al norte de la estación de servicio referida por el Piloto en su última comunicación.

De inmediato acudió el personal SEI SKBG, Bomberos del municipio de Lebrija, la Policía Nacional y el Ejército Nacional, quienes al llegar al lugar confirmaron las lesiones mortales de sus tres (03) ocupantes. La aeronave resultó destruida.

El accidente ocurrió a las 14:22 UTC (09:22 HL) en condiciones visuales y no se presentó fuego post impacto.

1.1.2. Organización de la investigación

El Grupo de Investigación de Accidentes fue alertado el mismo día del suceso por parte del explotador, a las 14:30 UTC (09:30 HL), mientras se adelantaban las labores de búsqueda y rescate de la aeronave.

Tan pronto se confirmó la ubicación y el estado de la aeronave y de sus ocupantes, se dispuso el desplazamiento de dos (02) Investigadores del GRIAA para adelantar la investigación de campo.

Así mismo, se dispuso el desplazamiento de un Enlace para coordinar la atención a los familiares de las víctimas. Esta comisión arribó al sitio el día de la ocurrencia del accidente en horas de la tarde.

Siguiendo las disposiciones de Investigación de Accidentes Aéreos contenidas en el Anexo 13 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), el GRIAA realizó la notificación del Accidente a:

- Mecanismo de Cooperación Regional AIG, ARCM-SAM.
- La National Transportation Safety Board – NTSB, de los Estados Unidos de Norteamérica, como Estado de Diseño y Fabricación de la aeronave y de la planta motriz, quien facilitó la asistencia de asesores técnicos de la compañía fabricante de la aeronave en la investigación.

De igual forma, se notificó a la Agencia de Investigación de Accidentes de Canadá TSB, como estado que participó en la inspección y descarga de los datos contenidos en el dispositivo de posicionamiento global GPS que se encontró a bordo de la aeronave.

De acuerdo con lo establecido en la Parte 114 los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia y al Anexo 13 de la OACI, se solicitó la asesoría de especialistas en ATS, aeronavegabilidad, operaciones de vuelo y en manejo y gestión de datos de vuelo.

1.2 Lesiones personales

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

1.3 Daños sufridos por la aeronave

DESTRUIDA. Como consecuencia del impacto contra el terreno la aeronave presentó daños estructurales severos y destrucción total en la sección frontal, con separación de la hélice y el plano izquierdo. No se evidenciaron mayores daños en la sección del empenaje y estabilizadores de la aeronave.

1.4 Otros daños

Ninguno.

1.5 Información personal

Piloto

Edad:	33 años
Licencia:	Piloto Comercial de Avión
Nacionalidad:	Colombiano
Certificado Médico:	Vigente
Último Chequeo en el equipo:	28 de septiembre de 2019
Horas totales de vuelo:	1.400 h (Información proporcionada por el explotador)
Horas totales en el equipo:	330 h (Información proporcionada por el explotador)
Equipos volados como Piloto:	PA28 - PA32

Conforme a los registros y documentación aportados dentro del proceso investigativo, se evidenció que el último chequeo del Piloto se efectuó el día 28 de septiembre de 2019, obteniendo resultados satisfactorios.

Así mismo, contaba con un contrato de trabajo suscrito con la compañía explotadora Aerogalán.

El Certificado Médico del Piloto se encontraba vigente, con fecha de emisión del 27 de febrero de 2019, sin ninguna anotación o restricciones en el mismo.

Luego de verificar la información disponible en el Grupo de Licencias al Personal, se evidenció que para la fecha del accidente el Piloto no había registrado horas de vuelo ante la Autoridad de Aviación Civil.

1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

Marca:	Piper
Modelo:	PA 32-301T
Serie:	32-8124011
Matrícula:	HK-2629
Fecha de fabricación:	1981
Cert. de Aeronavegabilidad:	No. 0004407, vigente
Cert. de Matrícula:	No. R0006510
Total horas de vuelo:	11.563:19 h
Total horas D.U.R.G.	974:07 h
Último servicio:	06 de diciembre de 2019 (50 h)

La aeronave Piper 32-301T es un avión monomotor de plano bajo, con empenaje clásico, alto y cruciforme. Posee una capacidad para cinco (5) pasajeros y un (1) tripulante. De acuerdo con la autorización expedida por la Autoridad de Aviación Civil, estaba autorizado para realizar operaciones VFR; tenía un registro de peso y balance de acuerdo con el Formulario de Inspección Anual de Aeronave FIAA, de 1.632 kg de peso bruto y un peso vacío de 1.055 kg, registrado el 14 de enero de 2017.

La aeronave contaba con un Certificado de Aeronavegabilidad de categoría normal, vigente. Así mismo, contaba con una alteración mayor por la instalación del ELT del 01 de junio de 2016. El mantenimiento a la aeronave se efectuaba por la misma compañía explotadora.

El 17 de octubre de 2018, un Inspector asignado de la Autoridad de Aviación Civil había registrado sobre la aeronave, dos reportes relacionados con la inoperatividad de la luz de navegación “*strobe light*” del plano derecho, y la ausencia de folletos informativos de instrucciones de emergencia. La compañía los gestionó de manera satisfactoria.

La aeronave contaba con un Programa de Mantenimiento que se efectuaba cada 50, 100, 500 y 1.000 horas de vuelo. Conforme a la información contenida en el Libro de Vuelo, el 11 de noviembre de 2019 se registró un reporte de mantenimiento relacionado con la desconexión del alternador. Se realizaron trabajos correctivos satisfactoriamente.

El 06 de diciembre de 2019 se efectuó la inspección de 50 horas, cuando la aeronave registraba 11.535:59 horas totales de vuelo, y 946:44 horas D.U.R.G.

El último registro de datos en el Libro de Vuelo corresponde al 27 de noviembre, con un total de 11.563:19 horas, por lo cual no fue posible establecer las horas totales del motor, del avión y de la hélice para el momento del accidente.

Motor

Marca:	Lycoming
Modelo:	TIO-540-51AD
Serie:	RL-3026-61A

Total horas de vuelo: 2.791:47 h
Total horas D.U.R.G. 1.097:29 h
Último servicio: 06 de diciembre de 2019

El 18 de septiembre de 2009 se realizó la reparación general del motor, en un taller aeronáutico autorizado por la Autoridad de Aviación Civil.

El 10 de junio de 2014 se efectuó servicio de 500 horas al motor, cuando el mismo registraba 621:05 horas, y un tiempo total de 2.315:20 horas de vuelo.

El 27 de noviembre de 2019 el motor contaba con 1.097:29 horas. y un tiempo total de vuelo de 2.791:49 horas, con un remanente de 24 horas para el servicio, que correspondería a la inspección de 500 horas. Conforme a los registros recopilados, el 11 de octubre de 2019 se realizó el servicio de 100 horas.

Hélice

Marca: Hartzell
Modelo: HC-E3YR-1RF
Serie: FM1240B
Total horas de vuelo: 11.563:19 h
Total horas D.U.R.G. 340:35 h

1.7 Información Meteorológica

El aeródromo Palonegro (SKBG) contaba con una Estación de medición de variables meteorológicas. Las condiciones reportadas para las 14:00 UTC (09:00 HL), lapso aplicable a la ocurrencia del accidente correspondían a:

- Viento de los 180 grados, con 05 nudos de intensidad.
- Visibilidad horizontal mayor a 10 kilómetros.
- Cobertura de nubes escasas a 1.000 pies y nubes dispersas a 7000 pies.
- Temperatura ambiente de 23 grados Celsius.
- Temperatura de rocío 21 grados Celsius.
- Ajuste altimétrico de 29.92 inHg.

SKBG 301400Z 18005KT 9999 FEW010 SCT070 23/21 A2998

1.8 Ayudas para la Navegación

Las ayudas del aeropuerto de Palonegro operaban normalmente. El vuelo se realizaba bajo reglas IFR. No fue un factor del accidente.

1.9 Comunicaciones

La aeronave mantenía comunicaciones en la frecuencia 118.3 Mhz correspondiente a la Torre de Control de Palonegro. Las comunicaciones se efectuaron de acuerdo con la reglamentación de radiofonía aplicable y no hubo ninguna anomalía en la transmisión y recepción.

1.10 Información del Aeródromo

El aeropuerto internacional Palonegro, SKBG, que sirve a la ciudad de Bucaramanga, se encuentra ubicado en el municipio de Lebrija, departamento de Santander en coordenadas N 07° 07' 35,83" W 073° 11' 05,14", a una elevación de 3.902 pies. Cuenta con una pista de 2.309 metros de longitud y 45 metros de ancho, orientación 17 - 35 y calles de rodaje A, B, C y D.

El aeropuerto se encuentra clasificado dentro de la categoría 6 de Servicio de Extinción de Incendios y es administrado por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. Cuenta con una terminal de pasajeros, servicios de tránsito aéreo de aproximación APP y aeródromo TWR. Así mismo, el servicio de información meteorológica es suministrado por el IDEAM en el horario de 00:00 a 04:30 y 10:30 a 23:59 UTC.

1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave no contaba con registradores de datos de vuelo FDR o registradores de voces de cabina CVR de acuerdo con la normativa vigente. Sin embargo, contaba con un dispositivo de posicionamiento global GPS, el cual fue recuperado durante la investigación de campo.

El dispositivo se encontró bastante afectado como consecuencia del impacto contra el terreno; el 25 de febrero de 2020 fue enviado a los laboratorios de la TSB de Canadá, en donde descargaron los datos contenidos satisfactoriamente.

De acuerdo con los datos extraídos, se encontraron 181 puntos registrados desde el día 29 el diciembre (víspera del accidente) a las 13:27 UTC (08:27 HL), hasta el 30 de diciembre a las 14:21 UTC (09:21 HL).

Las siguientes son las variables que fueron extraídas del dispositivo:

- Latitud
- Altitud
- Longitud
- Rumbo
- Velocidad
- Hora

Fue posible realizar una diagramación de los puntos y datos registrados por el GPS. De esta forma, se proporcionaron los puntos más significados en la traza, y se sincronizaron con las grabaciones de la Torre Palonegro.

A través del programa informático Google Earth, se obtuvo la siguiente reproducción:

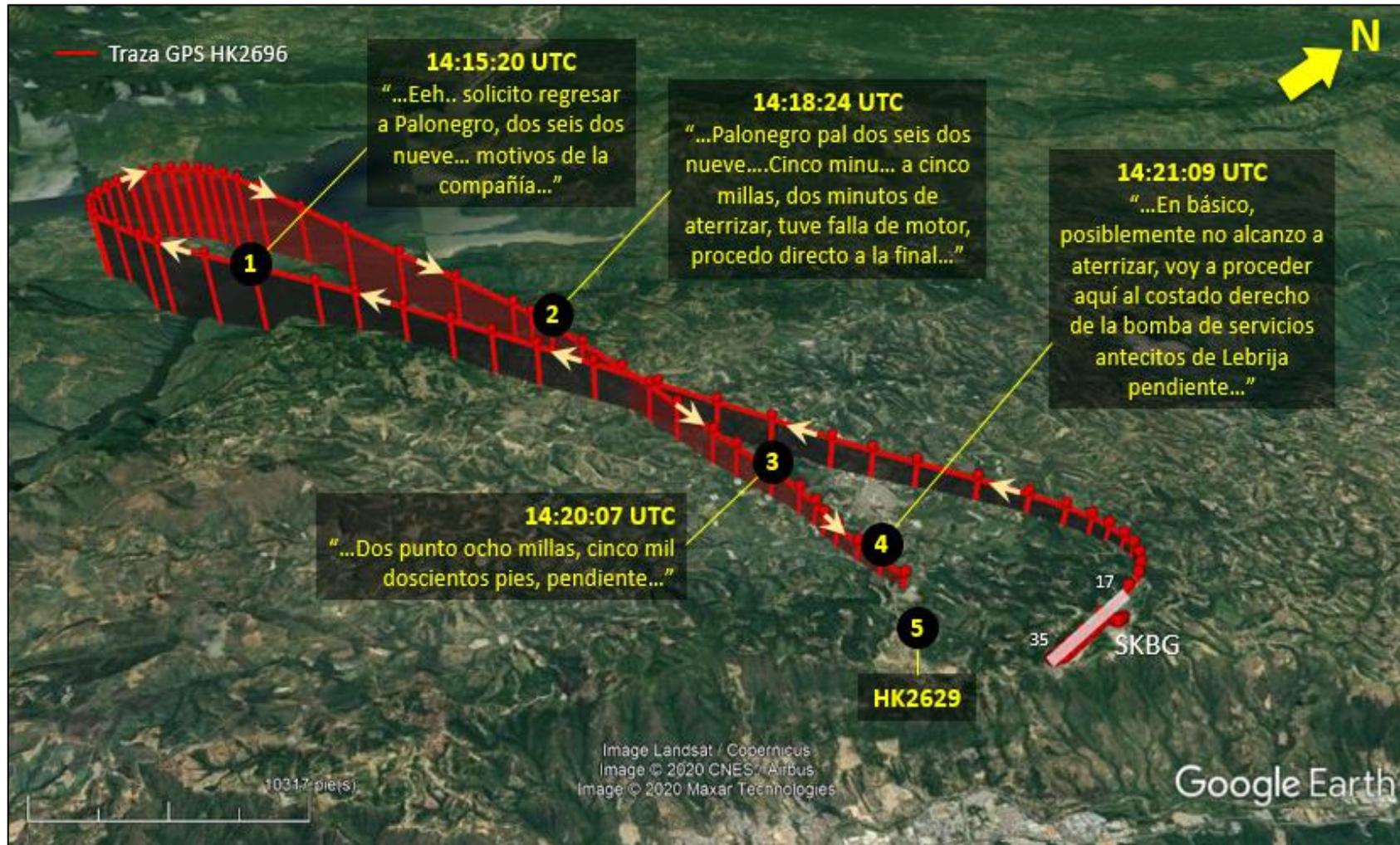


Imagen No. 1: Diagramación de las trazas obtenidas del GPS a bordo aeronave HK-2629

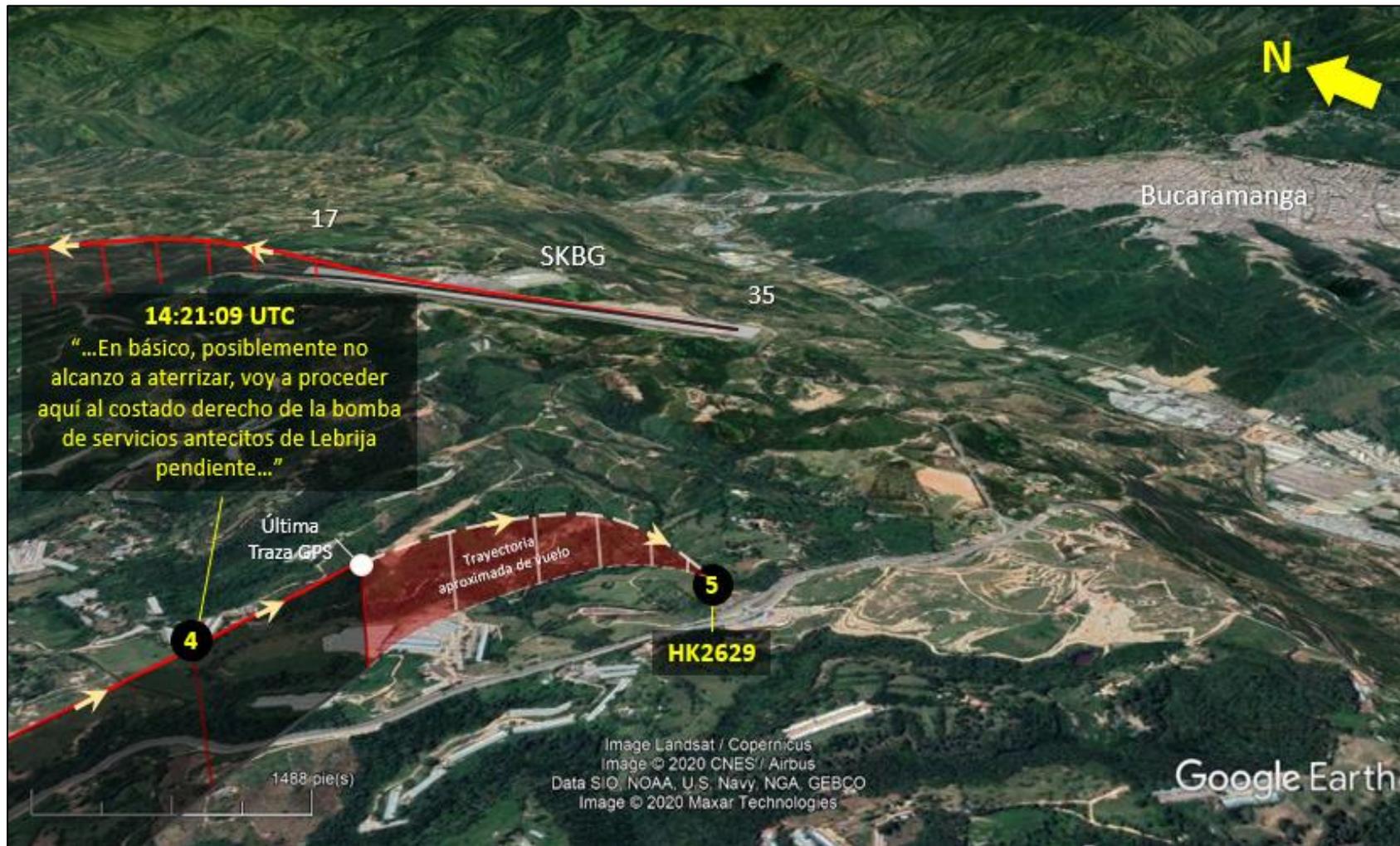


Imagen No. 2: Diagramación última comunicación aeronave HK-2629.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El lugar del accidente se encuentra ubicado en una zona montañosa con ondulaciones y pendientes, en la Vereda San Pablo, municipio de Lebrija, departamento de Santander, en coordenadas N07°06'21.3" – W073°11'37.2", a una elevación de 3.496 pies; la aeronave se encontró con rumbo final 126°.

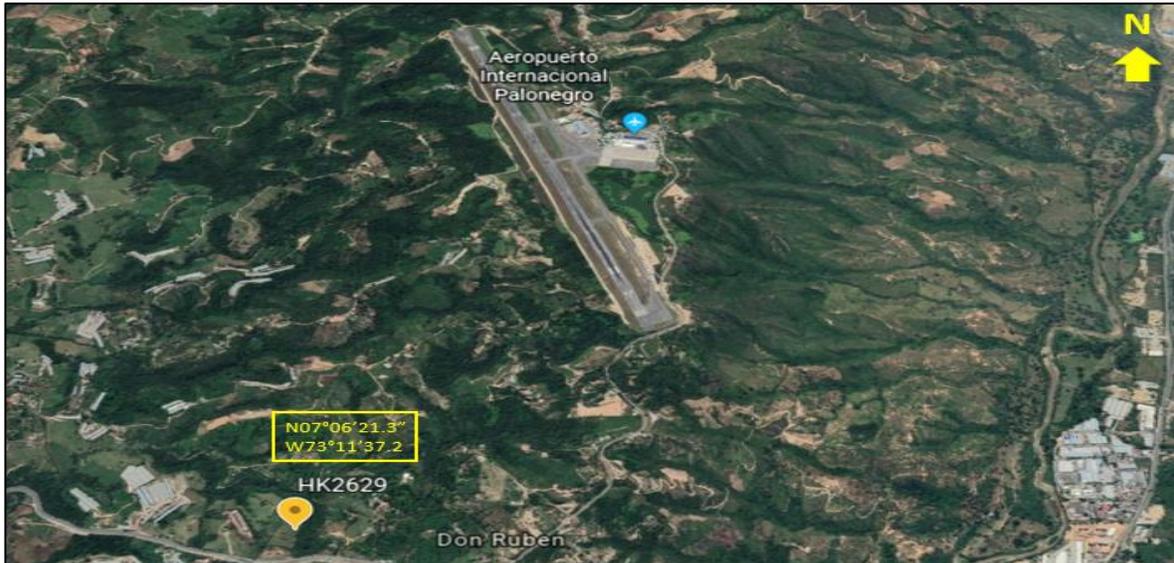


Imagen No. 3: Ubicación final aeronave HK-2629.

La aeronave yacía en posición normal con respecto al terreno, sin evidencias de alabeo, con evidente impacto frontal, con evidencias de alto ángulo y baja velocidad de impacto. Luego de adelantar la inspección del sitio, se estableció que no se presentó un impacto previo con algún árbol circundante. Todo el plano de desaceleración se produjo frontalmente, afectándose sustancialmente la hélice, el motor y el habitáculo de cabina.



Fotografía No. 2: Estado final aeronave HK-2629. Vista posterior izquierda.

El motor presentó impacto frontal contra el terreno con fractura del cárter de potencia, exponiendo su condición interna. No se evidenciaron fugas de aceite visibles o evidente rompimiento o fractura de sus partes y accesorios. Todos los daños visibles fueron producto de las fuerzas de desaceleración.



Fotografía No. 3: Estado final aeronave HK-2629. Vista derecha.

El motor se encontraba unido a la bancada de la aeronave. La hélice se encontró a 12.5 metros del fuselaje del avión, separada y unida al “flancho”, al gobernador y separada de la sección del cigüeñal del motor. Sus palas mostraban mínima deformación, sin rulo en sus puntas y con signos de bajas RPM’s al momento de impactar el terreno.



Fotografía No. 4: Hélice y spinner aeronave HK-2629.

El plano izquierdo mostraba un patrón de acordeón totalmente perpendicular al borde de ataque, señal de haber impactado el terreno frontalmente, y se desprendió desde su raíz. El plano derecho presentó fractura en la mitad de su estructura.



Fotografía No. 5: Desprendimiento del plano izquierdo HK-2629.

El habitáculo de cabina resultó completamente destruido; se logró registrar la lectura de uno de los altímetros que marcaban 9.200 pies, con un ajuste altimétrico de 29.98.

Los ajustes de mezcla y potencia se encontraron en posición hacia adelante, probablemente como resultado de la dinámica de impacto. Así mismo, se examinó la integridad de los controles de vuelo, sin encontrar discontinuidad en los mismos.



Fotografía No. 6: Cabina destruida del HK-2629

El empenaje permaneció entero, conforme a la dinámica de colisión de baja velocidad, con mínima afectación.

No se evidenciaron marcas de fuga de aceite en la estructura de la aeronave.

1.13 Información médica y patológica

El certificado médico del Piloto se encontraba vigente y no registraba restricciones y/o limitaciones que le impidieran realizar el vuelo. Los tres (03) ocupantes de la aeronave fallecieron por politraumatismos, como consecuencia de las fuerzas desaceleración producto del impacto de la contra el terreno.

1.14 Incendio

No se presentó incendio luego de que la aeronave impactara el terreno. Sin embargo, los bomberos del municipio de Lebrija que acudieron al sitio del accidente utilizaron agua pulverizada, con el fin de prevenir el inicio de fuego.

1.15 Aspectos de supervivencia

El accidente no permitió la supervivencia de sus 3 ocupantes. El SEI del aeropuerto Palonegro fue alertado a las 14:19 UTC (09:19 HL) por parte del ATC, y procedió a desplazarse en dos máquinas a la espera del HK2629 a las intersecciones de las calles de rodaje Charlie y Delta. Posteriormente, el SEI procedió al sitio del accidente en un vehículo de Aerocivil, en compañía de personal de la Policía Nacional, el Inspector de rampa y una ambulancia.

Se estableció el Puesto de Mando Unificado, PMU, en la administración del aeródromo. Aproximadamente 10 minutos, arribaron al sitio los bomberos del municipio de Lebrija, quienes se encargaron de asegurar el área. Ellos confirmaron las lesiones fatales de los 3 ocupantes de la aeronave.

1.16 Ensayos e investigaciones

En las fechas enero 08, febrero 06, septiembre 03 y octubre 30, del 2020, la Autoridad de Investigación de Accidentes requirió a la compañía explotadora para que adelantara la inspección del motor, accesorios y hélice de la aeronave con el fin de determinar su funcionalidad. Conforme a lo establecido en el RAC 114, sección 114.500, estas inspecciones debían adelantarse en las instalaciones de la casa fabricante del motor, en los Estados Unidos de América.

Teniendo en cuenta las restricciones de movilidad originadas por la emergencia económica, social y ecológica derivada del COVID-19, fue necesario replantear algunos procedimientos de manera excepcional. De esta forma, la Autoridad de Investigación de Accidentes (AIG) autorizó que se efectuara la inspección de los componentes anteriormente mencionados en un Taller Aeronáutico (TAR) certificado por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) ubicado en el territorio nacional.

El 27 de noviembre de 2020 se adelantó la inspección del motor y de sus accesorios, sin obtener resultados concluyentes. Sin embargo, durante la inspección del motor se logró evidenciar una fractura del cigüeñal con características de sobre torque mecánico, y en un extremo del cigüeñal se observó un cambio de coloración, inusual en el material, y señales de fricción en uno de los cojinetes de lubricación del motor.

El 30 de noviembre de 2020 se adelantó la inspección de la hélice, sin que se evidenciara ninguna novedad y confirmando que la aeronave impactó el terreno con mínimas RPM's.

1.16.1 Análisis de falla al cigüeñal para el motor Lycoming

El cigüeñal fue inspeccionado en un laboratorio especializado en metalurgia y análisis de falla. Los conceptos profesionales constan en el acta correspondiente de inspección post-accidente al motor marca Lycoming modelo TIO-540-S1AD S/N RL-3026-61A, perteneciente a la aeronave Piper PA-32-301T, matrícula HK-2629, accidentada el día 30 de diciembre de 2019 en el municipio de Lebrija (Santander).

El cigüeñal es el eje principal del motor, que tiene codos en forma de manivela, que reciben el movimiento ascendente y descendente del conjunto biela - pistón, para convertir este movimiento lineal en giratorio que será transmitido finalmente a la hélice del motor.

Cada manivela está formada por dos brazos llamados “brazos de manivela” y por la muñequilla de manivela o muñón de biela, que gira sobre el cojinete de la cabeza de biela. Las muñequillas del eje de rotación del cigüeñal se denominan muñones de bancada. En los motores con los “cilindros opuestos” el número de manivelas regularmente es el mismo que el número de cilindros.

Durante el proceso de investigación se identificaron varias causas de fallas en el cigüeñal. Se encontraron algunas fallas en el cigüeñal analizado causadas por los esfuerzos cortantes, causados por una fricción inusual entre la superficie del eje y el casquillo, posiblemente originadas en reparaciones y ensambles inadecuados.

Para entender el motivo de las fallas anteriormente nombradas, se debe entender el funcionamiento y la resultante de esfuerzos de fricción y cortantes que se evidencia en la siguiente gráfica.

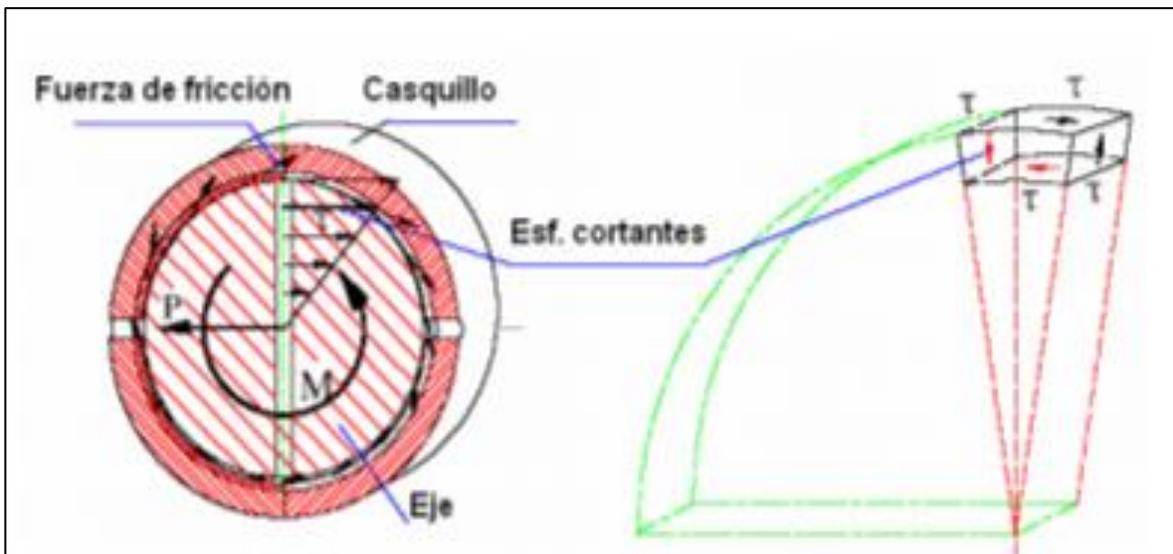
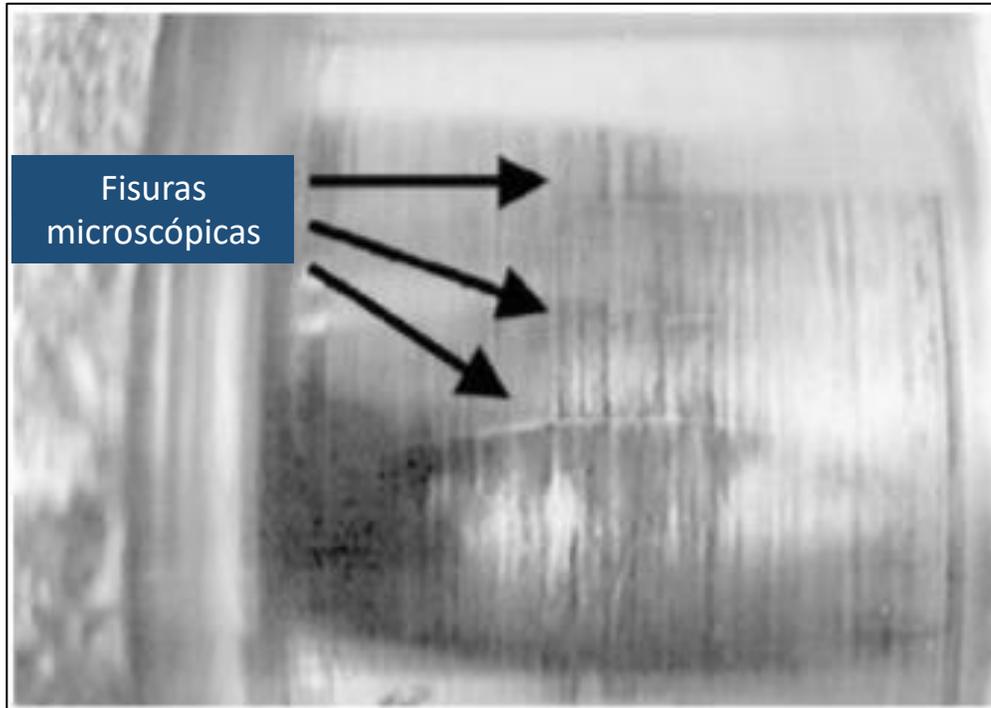


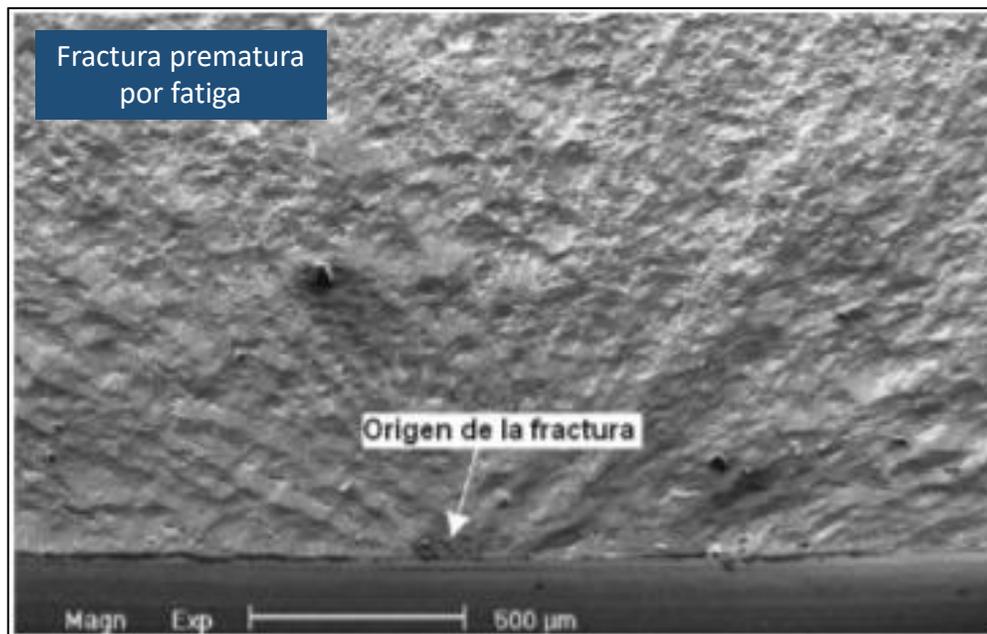
Imagen No. 4: Esquemático de esfuerzos cortantes y fricción en el cigüeñal.

Al utilizar equipos especializados de visualización en el laboratorio se encontró excesiva profundidad de corte en la superficie de los muñones (marcas resultantes por inadecuada lubricación durante el funcionamiento del motor). Se generaron fisuras en el material del muñón ubicadas en la parte central.



Fotografía No. 7: Fisuras sobre los muñones.

En una de las pruebas practicadas en el laboratorio se utilizó un microscopio electrónico de barrido, lográndose observar el origen de la fractura del cigüeñal; esta fractura se debe a una ausencia parcial de la capa "nitrurada"; a su vez, la pérdida de la capa nitrurada en el material sucede cuando se realiza un procedimiento de rectificación inadecuado durante el proceso de la nitruración.



Fotografía No. 8: Fractura prematura por fatiga.

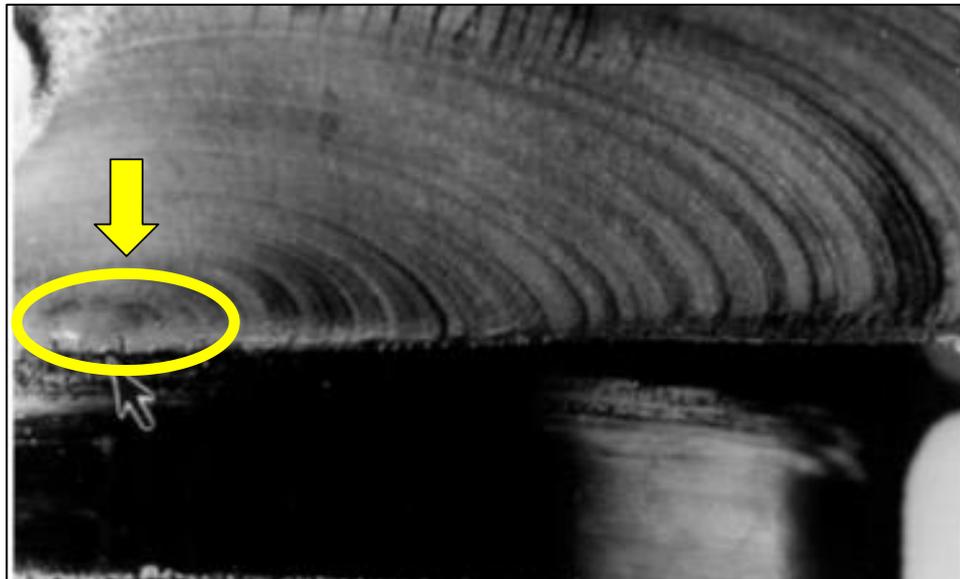
El análisis macroscópico se inició realizando una observación macroscópica de las partes y las superficies de fractura. Inicialmente fueron identificados los muñones de la biela del cigüeñal, y se identificó correctamente la posición de la fractura.



Fotografía No. 9: Ubicación de la fractura primaria. Posición del muñón de la biela fracturado.

Para obtener una visual macroscópica en el material del cigüeñal, se utilizó un microscopio de 20K, con el fin de poder penetrar más en el material y lograr identificar otras fracturas.

Se observaron marcas de playa originadas por picado, desprendimiento de material y fisuras, ocurridas después de muchas repeticiones de carga. Cuando se colocó la parte del cigüeñal fracturado en el macroscópico, se identificaron fisuras que se originaron por fatiga de contacto, debidas a la alta presión y ciclos de carga.



Fotografía No. 10: Superficie de la fractura cerca al origen de la falla. Fisuras por fatiga de contacto.

Por la geometría de la pieza de cigüeñal desprendida en la fractura con el muñón, se dedujo que la falla ocurrió al lado del volante, extremo en el cual, se manifiesta la entrega del torque total hacia el resto de la transmisión de potencia.

La región de la falla está localizada al lado del apoyo lateral del eje cigüeñal. Se reconoció que esta es una de las zonas críticas del diseño, dado que se caracteriza por desarrollar los mayores esfuerzos a causa de las fuerzas cortantes y el torque transmitido, en combinación con los esfuerzos alternantes de flexión generados.

En la observación detallada de las superficies de fractura se reconocieron las características morfológicas típicas de las fallas por esfuerzos de fatiga, como son las denominadas zonas o marcas de playa. Se acepta ampliamente que estas zonas de playa se originan durante el crecimiento de una micro grieta bajo esfuerzos alternantes.



Fotografía No. 11: Marcas de playa. Superficie desprendida del cigüeñal.

Se observó el inicio de falla en una discontinuidad del material. De la forma de las líneas o zonas de playa se pudo deducir que la fractura se inició por el crecimiento de una micro grieta o micro fisura superficial en la zona del filete, la cual avanzó hacia el interior del eje, comprometiendo una zona débil a causa de la presencia del ducto interno de lubricación.

Debido que el cigüeñal está sometido a cargas cíclicas, se presenta un mecanismo de deslizamiento atómico localizado. En este caso la fractura comenzó en una imperfección superficial en donde la resistencia al corte del material del cigüeñal fue superada por los esfuerzos cortantes. Los esfuerzos fluctuantes provocaron que se propagaran las fisuras sobre la superficie de fractura.



Fotografía No. 12: Detalle de la superficie de fractura del cigüeñal truncado. Inicio de la falla sobre la superficie del material

Las imperfecciones micro estructurales ayudaron en el inicio de fisuras que aumentan la concentración de esfuerzos. Las marcas de playa indican la posición de la fisura progresiva en un instante dado.

Debido a que la sección transversal se debilita gradualmente, la fisura crece más rápidamente, y las marcas de playa eran más separadas y grandes; de esta manera se pudo identificar el origen de la falla.

Finalmente se presentó una fractura súbita por desgarre, ya que la sección del eje no podía soportar las cargas aplicadas.

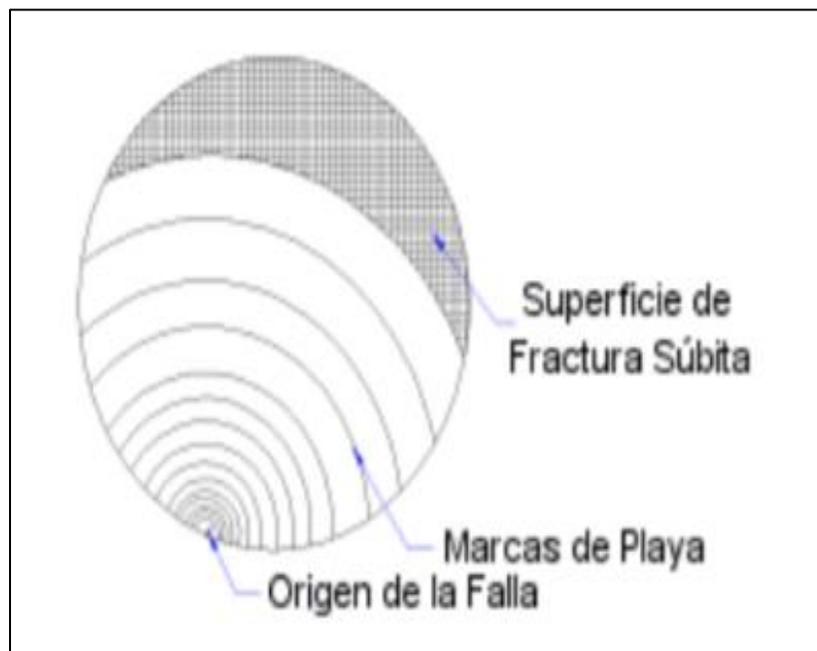


Imagen No. 5: Marcas de playa. propagación de la fractura por fatiga inducida en el material.

1.16.2 Composición química para el material del cigüeñal

De acuerdo con los análisis realizados al material de cigüeñal, este estaba construido con una aleación de acero 4140, aleación que se compone de cromo, molibdeno, acero, con una concentración de carbono al 0.40%, material que agrega la dureza a la aleación. La composición química del acero fue determinada mediante la técnica de espectroscopia de absorción atómica, con los siguientes resultados.

Valor	% elem	AISI 4140	AISI 4340
C	0.4208	0.38-0.43	0.38-0.43
Si	0.2130	0.15-0.35	0.2-0.35
Mn	0.6424	0.75-1.00	0.6-0.8
P	0.0128	<0.035	<0.035
S	0.0122	<0.040	<0.040
Cr	0.9123	0.8-1.1	0.7-0.9
Ni	0.0855	-	1.65-2.0
Mo	0.1073	0.15-0.25	0.20-0.30
Cu	0.1549	-	-
V	<0.001	-	-
W	<0.001	-	-
Co	0.0046	-	-

Tabla No. 1: Composición química del material. Análisis espectro métrico por absorción atómica.

1.17 Información orgánica y de dirección

La compañía Líneas Aéreas Galán, Aerogalán Ltda. es una organización aeronáutica autorizada por la Autoridad de Aviación Civil de Colombia, dedicada al servicio aéreo comercial de Transporte Público no Regular en modalidad de taxi aéreo. Contaba con un Certificado de Operación vigente para el momento del accidente. Su base principal se encuentra ubicada en el aeropuerto Palonegro que sirve a la ciudad de Bucaramanga.

De acuerdo con las Especificaciones de Operación la compañía contaba con cuatro (04) tipos de aeronaves Piper autorizadas para su operación: PA28, PA31, PA32 y PA34. El mantenimiento lo efectuaba la misma compañía explotadora.

Así mismo, contaba con un Sistema de Seguridad Operacional SMS aceptado por la Autoridad Aeronáutica, el cual era administrado por un asesor externo a la compañía.

El día 17 y 18 de junio de 2019 la Autoridad Aeronáutica había efectuado una inspección a las facilidades de mantenimiento, rampa, manuales y procedimientos, sin evidencias de hallazgos importantes para la compañía, según consta en los registros aportados a la investigación.

1.18 Información adicional

1.18.1 Explicación general sobre el motor recíproco

Existen distintos tipos de motores de aviación; los dos tipos básicos son: motores recíprocos (o de pistón) y a reacción (jet)

Motor recíproco es un motor aeronáutico o motor de aviación que se utiliza para generar potencia mecánica, la cual se transforma y se transfiere a una hélice que con la potencia genera velocidad necesaria para el vuelo de las aeronaves.

El motor recíproco está compuesto por varios componentes, los cuales tienen una funcionalidad definida durante la operación del motor; estos componentes son los siguientes (ver imagen No. 6):

1. Bloque del motor.
2. Culata.
3. Cilindros y pistones.
4. Árbol de levas.
5. Cigüeñal y cojinetes.
6. Cáster.

1.18.1 Estado de carga para los motores recíprocos

Durante la explosión en la cámara de combustión de cada cilindro, los gases calientes generan una fuerza sobre la cabeza del pistón que se trasmite a lo largo de la biela, que, junto con la reacción de igual magnitud que se genera en el muñón de bancada, constituyen un par fuerza o torque útil.

Cuando el motor gira a una velocidad rotacional constante, también se genera una fuerza centrípeta sobre el cigüeñal debida a la inercia del conjunto pistón – biela por lo cual, el diseño del cigüeñal requiere la presencia de contrapesos que equilibren dinámicamente el motor.

Aunque las fuerzas causadas por la aceleración de los pistones en un motor de cilindros en línea se encuentran en el mismo plano, estas fuerzas no están en la misma línea de acción y se generan momentos desbalanceados en el plano de los cilindros. Con el fin de contrarrestar estos momentos, los cigüeñales de los motores opuestos se diseñan de manera que presenten una simetría con respecto a un plano perpendicular al eje del cigüeñal que pasa sobre el punto medio en la dirección axial.

Las cargas en un cigüeñal generan efectos de flexión, torsión y cortante, por lo que se generan estados triaxiales de esfuerzos que cambian con el tiempo, siendo el modo de falla por fatiga el más crítico.

Las características dinámicas del estado de carga y la geometría compleja de los cigüeñales hace prácticamente imposible calcular exactamente los esfuerzos a que está sometido, aún cuando se conozcan los valores exactos de las cargas externas involucradas.

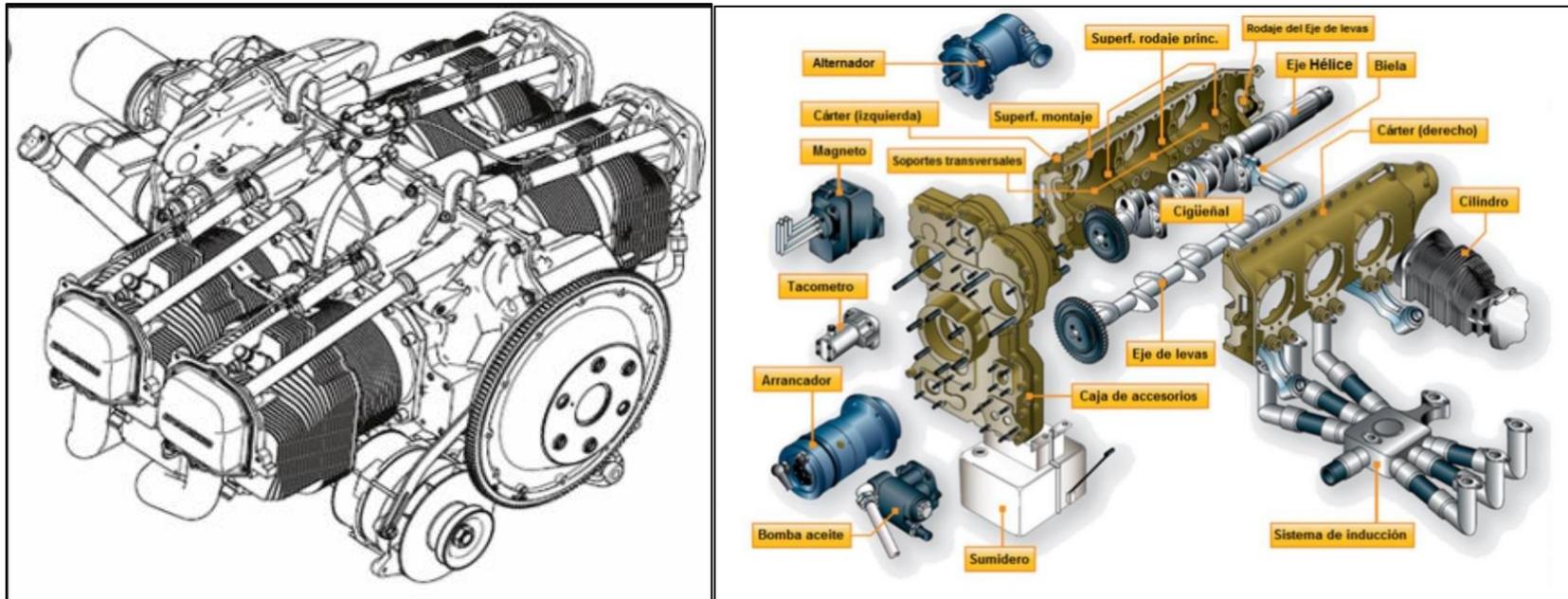


Imagen No. 6: Partes principales del motor Lycoming.

No obstante, la racionalización del diseño de los cigüeñales se ha desarrollado mediante el análisis experimental de esfuerzos. La información más importante para el cálculo estructural de los cigüeñales se ha obtenido a través de la historia mediante el estudio experimental de los esfuerzos sobre cigüeñales modelo sometidos a cargas generadas bajo condiciones controladas de laboratorio.

Desde el punto de vista de la geometría del cigüeñal, sin considerar la respuesta mecánica del material, siempre que los radios de gran tamaño sean los apropiados, y los conductos de lubricación se ubiquen razonablemente, los radios de filete son la característica más importante en el diseño de un cigüeñal para alta resistencia a la fatiga

1.18.2 Los Cojinetes

El término cojinete tiene diferentes significados en la mecánica; hace referencia a una pieza o un conjunto de ellas, en las que se apoya y gira el eje de un mecanismo.

Tal como se ha descrito previamente, en ingeniería y más específicamente en el mundo de la mecánica, se denomina cojinete a la pieza o el conjunto de piezas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de una máquina o mecanismo.

Existen diferentes tipos de cojinetes, dependiendo del tipo de contacto que hay entre las piezas. Por lo tanto, puede ser un cojinete de deslizamiento en el caso de que haya deslizamiento; o si se da un rodamiento, esta pieza será una rodadura.

1.18.3 Función principal del cojinete

La función principal de los cojinetes dentro del motor es la de reducir el rozamiento que se produce entre los ejes y las piezas sobre las que rotan estos ejes. Por lo que los cojinetes son los encargados de suministrar una superficie de lubricante para mejorar dicha fricción.

Además, otra de sus funciones es la de absorber el calor provocado por ese rozamiento. Por lo tanto, su superficie de desgaste debe ser blanda, con el objetivo de que se desgasten estas piezas, y no los ejes.

Aun cuando un cojinete por sí solo puede reducir la fricción, su rendimiento mejora notablemente si se intercala una película de aceite entre la parte móvil y las superficies en rozamiento. Por esta razón existe una holgura entre la parte giratoria y el cojinete, la cual es equivalente a 0.0015 a 0,002 de pulgada para motor de gasolina.

Esta holgura que se permite entre cojinete y el cigüeñal se comprueba con ayuda de un hilo plástico y una escala graduada, llamada “plastic gauge”.

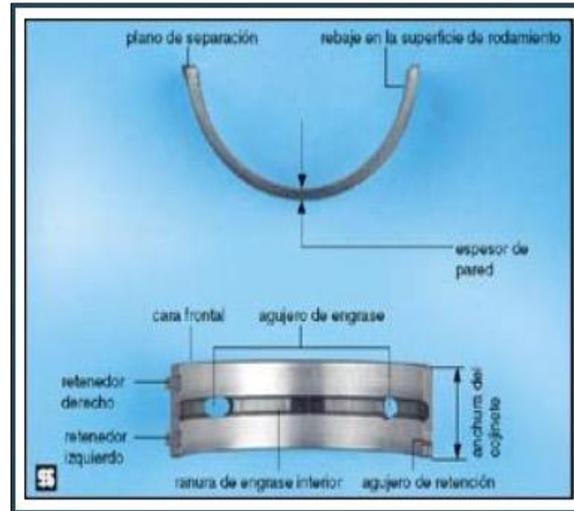
La holgura para el aceite debe estar siempre dentro de los límites especificados en los manuales del fabricante del motor. Si la holgura es “insuficiente”, pasará menos aceite por los muñones del cigüeñal, produciéndose un sobre calentamiento por fricción, y a veces hasta puede ocurrir que se funda el material suave del cojinete.

Por el contrario, si la holgura es muy grande, tampoco lubricará correctamente al cojinete, e inclusive el exceso salpicará sobre las paredes de los cilindros y pasará a quemarse en la cámara de combustión, situación que puede notarse en los gases de salida del motor.

Los cojinetes se construyen de aleaciones de material suave y con bajo coeficiente de fricción, tales como: estaño, plomo, bronce, cadmio, plata, etc., en proporciones muy

variables, dependiendo del trabajo y de la potencia de los motores. Esta aleación se deposita sobre una base de acero, y luego se le da el acabado con suma precisión.

Los cojinetes deben soportar los impactos que produce la combustión, el efecto corrosivo del agua, el calor que se genera por el rozamiento, y el desgaste causado por las partículas de suciedad que ingresan al motor a través del carburador o del sistema de ventilación del cárter.



Fotografía No. 13: Función de los cojinetes.

1.18.4 Características de los cojinetes

Resistencia a la fatiga para soportar las cargas intermitentes que se producen durante el funcionamiento del motor.

Incrustabilidad, que es la facultad del material del cojinete para absorber partículas abrasivas extrañas que en otras circunstancias podrían arañar al eje cigüeñal o de levas.

Resistencia a la corrosión, es la característica que aísla la corrosión química, como la que causan los ácidos que aparecen como subproductos de la combustión.

Resistencia térmica, indica hasta qué punto el material del cojinete puede soportar su carga a temperaturas de funcionamiento del motor, sin que pierda su resistencia mecánica molecular o sufra fractura por impacto.

1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Para el desarrollo de la investigación, fueron empleadas las técnicas contenidas en el Documento 9756 de la OACI, así como el análisis de las evidencias físicas y testimoniales, recopiladas durante las labores de campo.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

2. ANÁLISIS

El análisis de la presente investigación se basó en la información factual recopilada durante las actividades de campo adelantadas, así como la información contenida en los registros documentales.

2.1 Operaciones de vuelo

De acuerdo con la documentación examinada, el Piloto del avión, único tripulante estaba técnica y psicofísicamente habilitado y apto para la operación.

La investigación indagó sobre su registro de horas en el Grupo de Licencias al Personal, de la Secretaría de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil, en donde se encontró que para la fecha del accidente el Piloto no había hecho registro alguno de su experiencia ante la Autoridad de Aviación Civil.

La comunicación que existió entre el Piloto de la aeronave HK-2629 con la Torre de Control, fue constante y fluida; después del despegue y en ascenso, el Piloto solicitó regreso al aeropuerto por motivos internos de la empresa, sin manifestar problema alguno con la aeronave, aunque es muy posible que en ese momento ya había experimentado problemas con el motor. Minutos después el Piloto informó a la Torre la falla de motor y solicitó regresar al aeródromo, sin declararse en emergencia, contrario a las normas aeronáuticas y a los estándares de la empresa.

El Piloto se vio enfrentado a una falla severa del motor, que hacía imposible cualquier solución, es decir un reencendido, que seguramente intentó mientras regresaba al aeropuerto.

Al notar que no alcanzaría la pista, el Piloto reportó que aterrizaría en un campo que tenía a la vista. Desafortunadamente, las características generales del terreno oponían otra dificultad a Piloto, pues la geografía del área, irregular, ondulada, montañosa y con vegetación alta, no brindaban muchas oportunidades para seleccionar un campo apropiado, aceptablemente amplio, que le permitiera al Piloto sortear la emergencia de manera segura.

Aunque no se tiene información de ninguna índole sobre los últimos momentos del vuelo, conocida la naturaleza de la falla y la dinámica de impacto, se estima que el Piloto mantuvo el control de la aeronave, hasta último momento y hasta muy baja altura, y que en la maniobra para tratar de aterrizar la aeronave en el limitado campo, el avión entró en pérdida y se precipitó al terreno.

2.2 Mantenimiento

La investigación adelantó todas las tareas factibles, y acudió a fuentes técnicas confiables, con el fin de garantizar un adecuado análisis para determinar la causa raíz del accidente: se tuvieron en cuenta los trabajos de reemplazo, inspección y mantenimiento del motor y de sus componentes; se efectuaron verificaciones de campo; se efectuó el desensamble y análisis del motor y se avanzó más allá con el análisis metalúrgico especializado.

Estas tareas se adelantaron con referencia a los registros del operador, los manuales, el catálogo de partes de la aeronave y otra documentación del fabricante.

2.2.1 Discrepancias en los registros de mantenimiento

El 11 de noviembre de 2019, en los registros de Libro de Vuelo se encontró un reporte relacionado con un mal funcionamiento del alternador, el cual se desconectaba durante el funcionamiento del motor, que fue solucionado de acuerdo con los procedimientos dados por el Manual de Mantenimiento.

Para el 27 de noviembre de 2019 el motor contaba con 1.097:29 horas y un tiempo total de vuelo de 2.791:49 horas, con un remanente de 24 horas para el servicio correspondiente a las 500 horas. Si la aeronave voló hasta esa fecha 27:6 horas, en los registros del motor debería estar la sumatoria de estas horas.

El 6 de diciembre de 2019 a la aeronave se le cumplió un servicio de 50 horas; para ese momento la aeronave registraba un total de 11.535:59 horas, con un intervalo para el próximo servicio mayor de 946:44 horas, horas conocidas como horas D.U.R.G.

Los últimos datos registrados en el Libro de Vuelo correspondían al 27 de noviembre, fecha en la cual la aeronave acumulaba un total de 11.563:19 horas; al no existir registros posteriores, no fue posible establecer las horas totales del motor, del avión y de la hélice en el momento del accidente.

De acuerdo con lo anterior, el avión voló 27:6 horas hasta el 27 de noviembre, es decir 33 días antes del accidente.

Es decir, para esa fecha, el motor debería registrar un total de 1.118:89 horas.

Adicionalmente, en la inspección a los documentos de mantenimiento del motor no se evidenció registro de los ciclos del motor. Estos ciclos son importantes, teniendo en cuenta que contabilizan cada prendida y apagada del motor independiente de las horas voladas.

Cuando se tienen registrados los ciclos del motor, el aérea de Ingeniería de mantenimiento puede tener un mayor control de desgaste de la máquina en un tiempo determinado.

Durante el proceso de investigación no se logró evidenciar documentación específica de los trabajos realizados en el motor durante los trabajos de mantenimiento mayores o reparaciones por tiempo límite de operación.

2.2.2 Análisis de la falla del cigüeñal

En el análisis de falla realizado al cigüeñal se determinaron diferentes fallas en el material que resultaron en fracturas, fisuras, rayones y erosión del material, originadas por un inadecuado mantenimiento que se fueron intensificando durante la operación del motor en un periodo largo.

Durante el desensamble del motor no se identificaron partes o componentes que presentaran un mal funcionamiento para el día del accidente; sin embargo, cuando se removieron el cárter superior e inferior del motor Lycoming se encontró una fractura en el cigüeñal.

Las evidencias presentadas luego de valorar los resultados tanto del análisis del cigüeñal, como la inspección visual y compararlos con la teoría técnica de soporte, se encuentra que las evidencias son coherentes con la presencia de fatiga, que dio origen al crecimiento de fisuras, originadas por defectos de material en la base del brazo del cigüeñal, cerca de la

unión con el muñón principal; envejecimiento del material por tiempo de vida útil según los la superficie afectada y erosionada del material en el cigüeñal, inclusiones no metálicas y defectos superficiales, observados en la superficie del cigüeñal además de acciones de mantenimiento inadecuadas realizadas en el motor, en los talleres de reparación.

Estas determinaciones se explican de la siguiente manera:

Durante la inspección en el laboratorio especializado se detectaron fallas en el material sobre los muñones adyacentes a la fractura principal o primaria, producidas por inadecuada lubricación, la cual produjo una alta generación de calor sobre las superficies en contacto, originando pequeñas fisuras por fatiga térmica.

En una de las pruebas hechas en el laboratorio se utilizó un microscopio electrónico de barrido, y se logró evidenciar el origen de la fractura del cigüeñal, que se debió posiblemente a una ausencia parcial de la capa nitrurada, lo cual hizo que se redujera la resistencia a la fatiga, dejando una región débil en el material del cigüeñal.

Se observaron marcas “de playa” originadas por picado, desprendimiento de material y fisuras, ocurridas después de muchas repeticiones de carga, o comúnmente llamados fatiga de contacto, resultantes por las altas presiones y repeticiones en los ciclos, y los esfuerzos de fricción durante el trabajo realizado por los cojinetes y la carga axial (sobre el eje) entre el casquillo y el muñón.

Por la geometría de corte del segmento de cigüeñal desprendido en la fractura con el muñón, se deduce que la falla ocurrió al lado del volante, extremo en el cual se manifiesta la entrega del torque total hacia el resto de la transmisión de potencia.

Se reconocieron las características morfológicas típicas de las fallas por esfuerzos de fatiga, como son las denominadas zonas o “marcas de playa”. Se acepta ampliamente que estas zonas de playa se originan durante el crecimiento de una micro grieta bajo esfuerzos alternantes.

De la forma de las líneas o zonas de playa se logró deducir que la fractura se inició por el crecimiento de una micro grieta o micro fisura superficial en la zona del filete, la cual avanzó hacia el interior del eje, comprometiendo una zona débil a causa de la presencia del ducto interno de lubricación posiblemente mal instalado.

Debido a que el cigüeñal está sometido a cargas cíclicas, se presenta un mecanismo de deslizamiento atómico localizado. En este caso la fractura comenzó en una imperfección superficial en donde la resistencia al corte del material del cigüeñal fue superada por los esfuerzos cortantes durante la operación del motor.

El día del accidente el motor operó normalmente durante el encendido, el carreteo; sin embargo, probablemente para ese momento la fractura en el cigüeñal estaba ya muy avanzada, condición que se empeoró cuando el motor fue acelerado, exigiendo la potencia necesaria para el despegue y el ascenso.

En este momento, el material del cigüeñal estaba bastante afectado, generándose una fractura total en el material, ocasionando una pérdida total de la potencia del motor, no recuperables, obligando al Piloto a iniciar un descenso, ante la imposibilidad de mantener una velocidad segura para el vuelo.

2.2.3 Ausencia de actividades para detección de falla en el material

Las inadecuadas prácticas en el mantenimiento realizado al motor durante los procesos de inspección, remoción y reemplazo de partes durante el último servicio mayor no permitieron identificar la falla en el material del cigüeñal, teniendo en cuenta que, para este proceso, el manual del fabricante exige el cumplimiento de tareas específicas, dando herramientas conceptuales a mantenimiento para decidir el reemplazo del cigüeñal.

Estas tareas pueden ser inspecciones visuales al cigüeñal para identificar cambios de coloración del material por funcionamiento. O determinar un porcentaje de ralladuras en el cigüeñal en porciones específicas del cigüeñal.

En el proceso de investigación no se encontró que existieran métodos alternos de identificación de grietas en el cigüeñal, tales como pruebas no destructivas que de utilizarse permiten identificara las grietas presentadas en el material del cigüeñal, ya que el análisis metalográfico demostró que las grietas siempre fueron superficiales quizás no detectables a la vista, pero si con los métodos nombrados anteriormente.

2.2.4 Control de las actividades contratadas

Los procedimientos de la empresa para la inspección y recibo de la aeronave luego de realizarse un servicio de mantenimiento a la aeronave, motor o hélice, son ambiguos ya que solo se enfocan en las pruebas finales de funcionalidad y operación, pero no se cuenta con procedimientos específicos de visitas o auditorías a los prestadores de servicios de mantenimiento que fortalezcan los procedimientos de inspección; es decir, lo que el SMS denomina el “control de las actividades contratadas”

Por ejemplo, se encontró que el taller en el cual la empresa realizó el servicio mayor del motor no cumple con los procedimientos básicos de prácticas estándar, pues no tenía claros los conceptos de Inspección Nivel 1, en la cual se exponen casos de corrosión, coloración, ajustes, e instalaciones de componentes a niveles aceptables de seguridad.

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

3. CONCLUSIONES

El Piloto de la aeronave se encontraba habilitado y con el entrenamiento vigente para el tipo de aeronave que volaba.

El Certificado Médico del Piloto se encontró vigente, sin ninguna anotación o restricciones.

La aeronave estaba reportada como aeronavegable para realizar el vuelo, de conformidad a su historial técnico, y no tenía reportes relacionados con el motor y sus componentes.

No obstante, el cigüeñal del motor de la aeronave se encontraba en mal estado como consecuencia, probablemente, del envejecimiento del material por tiempo de vida útil y por acciones de mantenimiento inadecuadas realizadas en el motor durante el servicio mayor en el año 2014.

Los defectos del material del cigüeñal y su operación durante varios años dieron origen al crecimiento de fisuras y a la generación de fatiga en el material.

Durante los procesos de mantenimiento al motor no se efectuaron Pruebas no Destructivas, u otras, que permitieran detectar el daño por fatiga del cigüeñal, ya que no era posible detectar esa condición a simple vista.

El explotador no llevaba un registro de ciclos del motor, que permitiera efectuar un mejor seguimiento de su operación, de su desgaste y anticiparse a posibles fallas.

En el Libro de Vuelo del avión había discrepancias en el registro de las horas de operación del motor, durante el mes anterior al accidente.

El motor había acumulado aproximadamente el 85% de su período para overhaul; sin embargo, este dato no es preciso teniendo en cuenta que no se conocían los ciclos del motor.

El vuelo fue programado, y se estaba realizando de acuerdo con la normatividad vigente y los estándares establecidos.

La aeronave despegó de la pista 35 del Aeropuerto Palonegro, con destino a Cimitarra; durante el despegue y ascenso inicial el motor funcionó correctamente.

Aproximadamente seis (6) minutos después del despegue, se presentó una fractura súbita por desgarre en la base del brazo del cigüeñal, cerca de la unión con el muñón principal, ya que la sección del eje no pudo soportar las cargas aplicadas.

La fractura del cigüeñal ocasionó la falla súbita e irremediable del motor, de manera que cualquier intento que el Piloto hiciera para reiniciar el motor, resultaría infructuosa.

El Piloto solicitó regresar al aeropuerto Palonegro y cuatro (4) minutos informó que tenía una falla de motor. No declaró una emergencia.

Ante la imposibilidad de alcanzar la pista por la falta de potencia del motor, el Piloto seleccionó un campo no preparado, ubicado en cercanías de una estación de servicio del municipio de Lebrija, y así lo hizo saber a la Torre de Control de Palonegro.

La Torre de Control activó el Plan de Emergencia. Personal del aeródromo mantuvo el avión a la vista hasta que este se perdió por la baja altura.

Aparentemente el Piloto mantuvo el control de la aeronave hasta último momento y hasta muy baja altura.

Al parecer el avión entró en pérdida sobre el campo escogido por el Piloto, e impactó contra el terreno con alto ángulo de descenso y baja velocidad.

Los servicios de reacción del aeródromo y las autoridades se dirigieron hacia el sitio indicado por el Piloto en su último llamado. Y ubicaron la aeronave accidentada en un campo, a 03 NM de la estación de servicio mencionada por el tripulante.

La aeronave se destruyó con el impacto.

Los tres ocupantes sufrieron lesiones fatales en el sitio del accidente.

No se presentó fuego. El accidente ocurrió con luz del día y en condiciones visuales.

Causas probables

Falla del motor de la aeronave por mal funcionamiento interno, al fracturarse el cigüeñal, condición que ocasionó una pérdida total de potencia, impidiendo que la aeronave alcanzara el aeródromo, y obligando al Piloto a intentar un aterrizaje forzoso.

Pérdida de control e impacto de la aeronave contra el terreno, durante el intento del Piloto de efectuar un aterrizaje forzoso en un campo no preparado, ante la falla total de la planta motriz.

Factores Contribuyentes

Posibles prácticas inadecuadas en los trabajos de mantenimiento realizados al motor (inspección, remoción y reemplazo de partes) durante el último servicio mayor.

Envejecimiento del material por tiempo de vida útil, según se observó en la superficie del cigüeñal, cuyo material se encontró afectado por la erosión, adicionalmente a otros defectos superficiales, tales como la decoloración sobre la superficie y fisuras superficiales adyacentes a la fractura primaria.

Desconocimiento de la condición o estado técnico del cigüeñal instalado en el motor Lycoming TIO-540-S1AD, durante el overhaul, efectuado por el taller autorizado, al no realizarse una inspección visual nivel 1 y 2, que hubiera permitido la identificación de las fisuras superficiales, y el grado de deterioro del cigüeñal. Estas inspecciones se efectúan normalmente para identificar: fisuras superficiales, inclusiones no metálicas, pérdida de recubrimientos, ralladuras por contacto o deficiente lubricación.

Deficiencias en los métodos alternos de identificación de grietas en el cigüeñal durante el mantenimiento, tales como las pruebas no destructivas, durante los trabajos de overhaul.

Deficientes procedimientos de la empresa para la inspección y recibo de la aeronave después de realizarse un servicio de mantenimiento mayor en el motor.

Taxonomía

SCF - PP : Falla o mal funcionamiento del motor en vuelo.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

A LA EMPRESA AEROGALÁN

REC 01-201972-1

Establecer en el Manual General de Mantenimiento un procedimiento RII (elementos de inspección requerida) para los trabajos de mantenimiento que generen alto riesgo, con el fin que dichos trabajos puedan ser evaluados por el representante técnico de la empresa de manera eficaz, y así se pueda garantizar el retorno seguro de las aeronaves al servicio.

REC 02-201972-1

Crear un procedimiento en el Manual General de Mantenimiento de la empresa, para efectuar una inspección detallada durante el proceso de instalación de componentes en los motores durante los servicios mayores que se efectúen en talleres autorizados en Colombia.

REC 03-201972-1

Incluir dentro del Manual General de Mantenimiento de la empresa, en el capítulo de Ingeniería, un procedimiento en el cual se incluya el seguimiento de las horas de operación de los motores, pero utilizando el concepto de ciclos realizados del motor, el cual se entiende que debe hacerse durante cada encendido y apagado de motor.

REC 04-201972-1

Incluir dentro del Manual General de Mantenimiento de la empresa, en el capítulo de Ingeniería, un control estricto de los ciclos de los motores, que estén alineados con el control de componentes del motor y aeronave, para que de esta manera se lleve un programa estricto de desgaste de partes.

REC 05-201972-1

Aunque en el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional de la empresa existe el procedimiento para la realización de auditorías externas a proveedores de servicio, se debe crear un procedimiento de estricto cumplimiento para garantizar la entrega cabal de aeronaves, motores, y componentes después de un servicio de mantenimiento; este debe estar alineado con las políticas de mantenimiento de la empresa.

A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

REC. 06-201912-1

A través de la Secretaría de la Seguridad Operacional y de la Aviación Civil, dar a conocer el presente informe de investigación a los operadores de Transporte Aéreo no Regular y de Aviación Privada, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta dicho informe para mejorar los sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

ANEXO No. 1: Transcripción de comunicaciones Torre de Control Bucaramanga (SKBG)

TRANSCRIPCIÓN DE COMUNICACIONES ATC		
AERÓDROMO: Aeropuerto Internacional Palonegro (OACI: SKBG)		
FECHA: 30/12/2019		
DEPENDENCIA: Torre de Control (TWR)		
AERONAVE: HK2629		
FRECUENCIA 118.3 MHz.		
Hora UTC	Estación	<i>Transcripción</i>
13:59:52	HK2629	Palonegro muy buenos días, Aerogalán dos seis dos nueve
14:00:05	TWR	Dos seis dos nueve buenos días, sigue.
	HK2629	Si señor muy buenos días, dos seis dos nueve en hangar listo a copiar la autorización de un plan de vuelo a Cimitarra.
	TWR	Dos seis dos nueve puesta en marcha a su discreción autorizado pista en uso tres cinco, viento calma, veinticuatro grados, dos nueve nueve ocho el QNH, hora dos nueve...hora uno cuatro cero cero, notifique listo a rodar.
	HK2629	Enterado, con puesta en marcha aprobado, enterado de las condiciones, dos nueve nueve ocho el QNH, notificare listo a rodar, dos seis dos nueve,
14:04:30	HK2629	Palonegro el dos seis dos nueve listo a rodar.
	TWR	Dos seis dos nueve, rueda a punto de espera tres cinco, Charlie Alfa
	HK2629	Vía Charlie Alfa al punto de espera tres cinco, adicional me confirma el código de transponder por favor
	TWR	Correcto con gusto, autorizado a Cimitarra, salida Chucuri Uno Alfa, cero seis mil quinientos pies, transpondedor dos uno uno tres.
	HK2629	Enterado, autorizado a Cimitarra, salida Chucuri Uno Alfa, cero seis mil quinientos pies y código de transponder dos uno uno tres
	TWR	Dos uno uno tres, dos seis dos nueve correcto, notifique con el punto de espera, eeh.. en el punto de espera listo.
	HK2629	Enterado, en el punto de espera y listo, dos seis dos nueve.
14:07:14	HK2629	Palonegro dos seis dos nueve próximos al punto de espera tres cinco estaría listo.
	TWR	Dos seis dos nueve autorizado a despegar pista tres cinco, viento calma.
	HK2629	Enterado el viento, autorizado a despegar pista tres cinco, Aerogalan dos seis dos nueve, buen día.
	TWR	Buen viaje.
14:10:13	TWR	Dos seis dos nueve, con...notifique San Vicente para cambio
	HK2629	Enterado notificare San Vicente para cambio dos seis dos nueve.
14:15:20	HK2629	Palonegro pal dos seis dos nueve
	TWR	Dos seis dos nueve sigue
	HK2629	eeh, solicito regresar a Palonegro, dos seis dos nueve
	TWR	Confirma motivo
	HK2629	Motivos de la compañía

	TWR	<i>Okey, proceda de su posición directo a la final de la pista tres cinco, notifique final</i>
	HK2629	<i>Enterado notificaré final pista tres cinco, dos seis dos nueve.</i>
14:18:24	HK2629	<i>Palonegro pal dos seis dos nueve</i>
	TWR	<i>Dos seis dos nueve sigue</i>
	HK2629	<i>Cinco minu...a cinco millas, dos minutos de aterrizar, tuve falla de motor, procedo directo a la final</i>
	TWR	<i>Recibido dos seis dos nueve, proceda a la final, autorizado a aterrizar el viento calma.</i>
	HK2629	<i>Autorizado a aterrizar, viento en calma, dos seis dos nueve</i>
	TWR	<i>(...Ininteligible con eco e interferencia de fondo)</i>
	HK2629	<i>Correcto, pendiente cuatro millas dos minutos</i>
	TWR	<i>(...Ininteligible con eco e interferencia de fondo)</i>
14:20:07	TWR	<i>Dos seis dos nueve distancia</i>
	HK2629	<i>Dos punto ocho millas, cinco mil doscientos pies, pendiente</i>
	TWR	<i>Gracias capitán</i>
14:21:09	HK2629	<i>A uno punto cinco millas, el Aerogalán dos seis dos nueve</i>
	TWR	<i>La final tres cinco...(ininteligible) Capi?</i>
	HK2629	<i>En básico, posiblemente no alcanzo a aterrizar, voy a proceder aquí al costado derecho de la bomba de servicios antecitos de lejibra pendiente</i>
	TWR	<i>Capitán lo tengo a la vista, aaah..</i>
		FINAL DE COMUNICACIONES CON HK2629 Se da inicio procedimientos de emergencia en respuesta a accidente

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

GRIAA

GSAN-4.5-12-052



AERONÁUTICA CIVIL
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL