

Grupo de Investigación de Accidentes

**GRIAA**

GSAN-4-5-12-038



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

# INFORME FINAL INCIDENTE GRAVE

## COL-20-20-GIA

**Excursión de Pista**

Cessna 414

Matrícula HK4839

03 de julio de 2020

Aeródromo Simón Bolívar

Santa Martha, Magdalena

Colombia



## ADVERTENCIA

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

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

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

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

## Contenido

SIGLAS .....	4
SINOPSIS.....	5
RESUMEN.....	5
Causa probable .....	6
Factores Contribuyentes.....	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL .....	7
1.1 Historia de vuelo.....	7
1.2 Lesiones personales.....	10
1.3 Daños sufridos por la aeronave .....	10
1.4 Otros daños.....	14
1.5 Información personal .....	15
1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento.....	16
1.7 Información Meteorológica.....	19
1.8 Ayudas para la Navegación .....	19
1.9 Comunicaciones .....	20
1.10 Información del Aeródromo .....	20
1.11 Registradores de vuelo .....	20
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto .....	20
1.13 Información médica y patológica .....	20
1.14 Incendio .....	21
1.15 Aspectos de supervivencia.....	21
1.16 Ensayos e investigaciones .....	21
1.17 Información sobre la organización y la gestión.....	26
1.18 Información adicional .....	26
1.18.1 Descripción y operación del sistema de trenes de aterrizaje en C414.....	26
1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación .....	28
2. ANÁLISIS.....	29
2.1 Operaciones de vuelo.....	29
2.2 Mantenimiento .....	29
3. CONCLUSIÓN.....	33
3.1 Conclusiones .....	33
3.2 Causas probable .....	34
3.3 Factores Contribuyentes.....	34
3.4 Taxonomía OACI.....	35
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	36

## SIGLAS

<b>ATC</b>	Control de Tránsito Aéreo
<b>CRM</b>	Gestión de Recursos de Cabina
<b>GRIAA</b>	Grupo de Investigación de Accidentes – Autoridad AIG Colombia
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>HL</b>	Hora Local
<b>METAR</b>	Informe Meteorológico Rutinario de aeródromo
<b>MGO</b>	Manual General de Operaciones
<b>MGM</b>	Manual general de mantenimiento
<b>MPI</b>	Manual procedimientos de inspección
<b>NTSB</b>	National Transportation Safety Board – Autoridad AIG de EEUU
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>PCA</b>	Piloto Comercial de Avión
<b>POH</b>	Manual de Operaciones del Piloto
<b>RII</b>	Ítem de inspección requerida
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>UTC</b>	Tiempo Coordinado Universal
<b>VFR</b>	Reglas de Vuelo Visual
<b>VMC</b>	Condiciones Meteorológicas Visuales
<b>SMS</b>	Sistema de Gestión de seguridad operacional
<b>SKSM</b>	Aeropuerto Santa Marta
<b>SKBG</b>	Aeropuerto Bucaramanga
<b>SKGY</b>	Aeropuerto Guaymaral

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Cessna 414, HK-4839
<b>Fecha y hora del Incidente Grave:</b>	03 julio de 2020, 11:15 HL (16:15 UTC).
<b>Lugar del Incidente Grave:</b>	Aeropuerto Internacional Simón Bolívar, Santa Marta, Colombia.
<b>Coordenadas:</b>	N 11°07'05", W 74° 13' 49".
<b>Tipo de Operación:</b>	Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia.
<b>Explotador:</b>	Sky Ambulance S.A.S.
<b>Personas a bordo:</b>	Seis (6): 2 pilotos, 1 Médico, 1 Paramédico, 1 paciente, 1 acompañante.

## RESUMEN

El 03 de julio de 2020 la aeronave HK-4839 se programó para realizar un vuelo de Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia, en la ruta Guaymaral – Bucaramanga – Santa Martha. En Bucaramanga, la aeronave recogió a un paciente, menor de edad y a su acompañante, para trasladarlos hacia el aeródromo Simón Bolívar de la ciudad de Santa Martha.

Cuando la tripulación configuraba la aeronave para aterrizar en Santa Martha, al bajar la palanca del tren de aterrizaje, la luz verde que debía indicar seguridad del tren izquierdo, no se iluminó.

Siguiendo el procedimiento establecido por el POH (Pilots Operating Handbook) de la aeronave, procedió a reconectar la luz de verificación del tren, acción que resultó en la iluminación de la luz; las 3 luces verdes indicadoras se encontraban encendidas.

Sin embargo, la tripulación solicitó a la Torre de Control, efectuar un sobrepaso a baja altura, para que se le confirmara la extensión de los trenes de aterrizaje. El Controlador autorizó el sobrepaso e informó a la tripulación que el tren de aterrizaje, aparentemente, se notaba abajo y asegurado.

La aeronave hizo contacto con la pista de manera normal; sin embargo, luego de recorrer aproximadamente 170 metros, y con una velocidad aproximada de 60 nudos, la tripulación sintió un ruido anormal y simultáneamente el avión se desplazó hacia el lado izquierdo del eje central de la pista.

La aeronave fue controlada por la tripulación y con una velocidad de aproximadamente 20 nudos, el plano izquierdo y la hélice del motor izquierdo hicieron contacto con la superficie asfáltica de la pista, cambiando sustancialmente la trayectoria del avión hacia el costado izquierdo. La aeronave se detuvo totalmente entre la pista y la zona de seguridad del lado izquierdo (Eco del aeródromo), en las coordenadas N 11°07'05", W 74°13'49".

La tripulación ejecutó las listas de chequeo, aseguró la aeronave y procedió a orientar la evacuación de los pasajeros. Los ocupantes abandonaron la aeronave por sus propios medios, sin lesiones.

La aeronave sufrió daños importantes.

La investigación determinó las siguientes causas y probables y factores contribuyentes:

## Causa probable

Falla por sobrecarga y envejecimiento del material en el *bellcrank assy*<sup>1</sup> con P/N5041001-1 del tren de aterrizaje izquierdo, que produjo la inadvertida retracción del sistema durante la carrera de aterrizaje.

## Factores Contribuyentes

Envejecimiento del material base con el que se construye el *bellcrank assy* como consecuencia de una operación periódica de los trenes de aterrizaje en diferentes ambiente atmosféricos y geográficos, que contribuyeron al desgaste físico e intergranular del material.

Posibles acciones incorrectas durante las prácticas de mantenimiento “Remoción e instalación de los trenes de aterrizaje” al no verificar minuciosamente las holguras y *backlash*<sup>2</sup> durante la instalación y ajuste de los trenes de aterrizaje.

Carencia en el Manual de Mantenimiento, de un procedimiento que limite la vida útil para este tipo de componentes.

Deficientes procesos de inspección dentro del manual del fabricante, que no evidencia un procedimiento de pruebas no destructivas más profundo para este tipo de componentes de manera que puedan garantizar su correcta y segura operación.

Deficientes procedimientos de inspección escritos en el Manual General de Mantenimiento del operador, que orienten al personal de mantenimiento hacia una apropiada toma de decisiones durante los procesos de instalación y ajustes de los trenes de aterrizaje, ya que no se evidencia como trabajos especiales en el avión.

Aunque en el Manual General de Mantenimiento existe un procedimiento escrito en el Capítulo 4 numeral 4.2, de entrega de las aeronaves después de un mantenimiento programado - no programado, no discrimina un procedimiento efectivo que garantice la operación y funcionalidad del sistema de la aeronave de manera técnica controlada, para casos especiales como la remoción e instalación de trenes de aterrizaje.

*Para la supervisión y verificación de los trabajos efectuados por el OMA contratado, el Gestor de Aeronavegabilidad de SKY AMBULANCE S.A.S., cumple lo siguiente:*

*Cuando el OMA indique la finalización de los trabajos de mantenimiento a una aeronave de la compañía, efectuara la revisión de los mismos; verificando por medio de pruebas funcionales la correcta ejecución de los trabajos.*

La investigación emitió cuatro (4) recomendaciones de seguridad operacional. Tres (3) dirigidas al explotador y una (1) a la Autoridad de Aviación Civil.

---

<sup>1</sup> Bellcrank Assy: es un tipo de manivela o tubo de transferencia que cambia el movimiento en un ángulo que puede estar entre 0 a 360 grados; pero los más comunes son 90 grados y 180 grados.

<sup>2</sup> Backlash: Es un tipo de ajuste con una tolerancia al movimiento producido por vibraciones o la operación de los componentes mecánicos.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1 Historia de vuelo

El 03 de julio de 2020 la aeronave HK-4839 se programó para realizar un vuelo de Trabajos Aéreos Especiales, Ambulancia, en la ruta Guaymaral – Bucaramanga – Santa Martha.

La operación se inició en Guaymaral, aeródromo Flaminio Suarez Camacho (OACI: SKGY) y aterrizó en el aeropuerto Internacional de Palonegro (OACI: SKBG) que sirve a la ciudad de Bucaramanga a las 07:40 HL, en donde recogió a un paciente, menor de edad y a su acompañante, para trasladarlos hacia el aeródromo Simón Bolívar (OACI: SKSM) que sirve a la ciudad de Santa Martha.

De esa manera a bordo se encontraban seis (6) personas: dos (2) tripulantes, un (1) Médico, un (1) Paramédico, un (1) paciente y un (acompañante).



**Gráfica No. 1: Ruta de la aeronave HK4839.**

La aeronave despegó de Bucaramanga a las 9:50 HL, y cumplió el vuelo en condiciones visuales, de manera normal.

Al aproximarse a Santa Martha, la aeronave fue autorizada a volar directamente al tramo final de la pista 01 del aeropuerto y a descender a la altura de tránsito.

A 10 millas del aeropuerto la tripulación inició la configuración de la aeronave para el aterrizaje. Cumpliendo con las listas de chequeo, a 7 millas del aeródromo, la tripulación bajó los flaps a 10 grados, y faltando 5 millas para llegar a el aeródromo la tripulación bajó el tren de aterrizaje; entonces, la luz verde que debía indicar seguridad del tren izquierdo, no se iluminó.

La tripulación se percató de la indicación anormal, y el Piloto, siguiendo el procedimiento establecido por el POH (Pilots Operating Handbook) de la aeronave, procedió a conectar y

desconectar la luz de verificación del tren, acción que resultó en la iluminación de la luz; las 3 luces verdes indicadoras, encendidas, señalaban a la tripulación que los tres trenes estaban extendidos y asegurados.

Sin embargo, la tripulación solicitó a la Torre de Control, efectuar un sobrepaso a baja altura, para que se le confirmara la extensión de los trenes de aterrizaje. El Controlador autorizó el sobrepaso e informó a la tripulación que el tren de aterrizaje, aparentemente, se notaba abajo y asegurado. trenes de aterrizaje.



**Gráfica No. 2: Sobrepaso de verificación de la posición del tren de aterrizaje HK-4839.**

Adicionalmente el Piloto ejecutó un viraje escarpado, para asegurarse de la posición del tren, extendieron “flaps full” terminaron la lista de chequeo para aterrizar, y procedieron a aterrizar por la pista 19.

La tripulación no tuvo en esta fase alarma "steady horn", que indicara que el tren de aterrizaje no estaba asegurado.

La aeronave hizo contacto con la pista en el TDZ, con una velocidad aproximada de 90 nudos. Luego de recorrer aproximadamente 170 metros, y con una velocidad aproximada de 60 nudos, la tripulación sintió un ruido anormal y simultáneamente el avión se desplazó hacia el lado izquierdo del eje central de la pista.

La tripulación identificó un problema con el tren de aterrizaje izquierdo. El Piloto al Mando ordenó al Primer Oficial ejecutar el procedimiento de apagado y embanderado de los motores.

Luego de haber recorrido en total, aproximadamente 562 metros sobre la pista, siendo la aeronave controlada por la tripulación y con una velocidad de aproximadamente 20 nudos, el plano izquierdo junto con la hélice del motor izquierdo hizo contacto con la superficie asfáltica de la pista, cambiando sustancialmente la trayectoria del avión hacia el costado izquierdo de la misma.

La aeronave se detuvo totalmente entre la pista y la zona de seguridad del lado izquierdo (Eco del aeródromo), con rumbo 110°, en las coordenadas N 11° 7' 5", W 74° 13' 49".

La tripulación ejecutó las listas de chequeo, aseguró la aeronave y procedió a orientar la evacuación de los pasajeros.



**Gráfica No. 3: Excursión de pista HK-4839.**

Para ese momento los Bomberos del aeropuerto ya se encontraban alrededor de la aeronave descartando posibles fugas de combustible y ayudaron a salir a los ocupantes, quienes abandonaron la aeronave por sus propios medios sin lesiones.

Al paciente se le aplicó un manejo especial y cuidados teniendo en cuenta que dependía de equipos especiales para su supervivencia.

La aeronave sufrió daños importantes.

La Ambulancia del aeropuerto se demoró en atender la emergencia, debido que para el momento en que ocurrió el incidente grave, el vehículo y su conductor se encontraban en sitios diferentes, y el vehículo por fuera del lugar designado.

Y la ambulancia que había sido coordinada para transportar el paciente, tuvo demoras para su ingreso al aeródromo, al parecer por parte de los protocolos de seguridad.

El Grupo de Investigación de Accidentes fue informado del suceso el mismo día y, por la falta de transporte debido a la emergencia sanitaria por el COVID 19, solo al día siguiente fue posible el desplazamiento del Investigador a Cargo, desde Bogotá hasta Santa Martha, en vuelo chárter contratado por la empresa.

Durante la inspección de campo se confirmó que la tripulación contaba con las Licencias de vuelo, los certificados médicos y los chequeos vigentes.

La documentación de la aeronave estaba completa y vigente a bordo de la aeronave.

El libro de mantenimiento no contenía reportes de mal funcionamiento del tren de aterrizaje ni de sus subsistemas.



*Fotografía No. 1 - Posición final de la aeronave.*

## 1.2 Lesiones personales

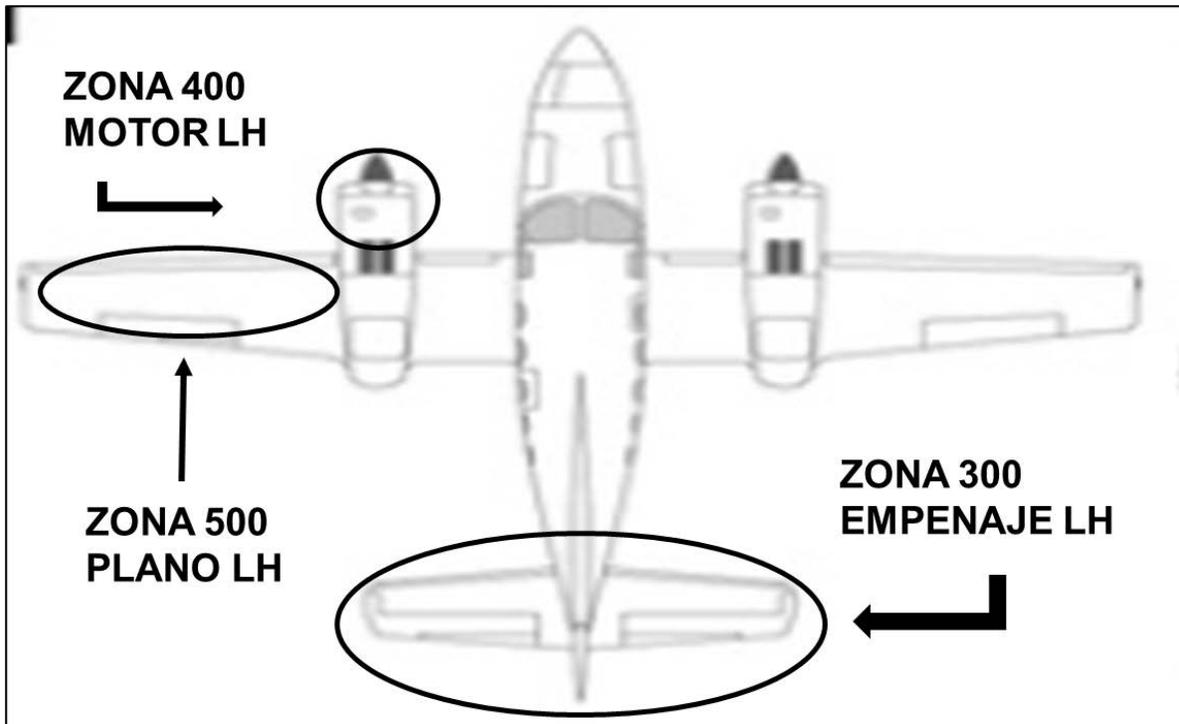
Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
<b>Mortales</b>	-	-	-	-
<b>Graves</b>	-	-	-	-
<b>Leves</b>	-	-	-	-
<b>Ilesos</b>	2	2	-	2
<b>TOTAL</b>	2	2	-	2

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

En la inspección de campo se identificaron los siguiente daños importantes, especialmente en el lado izquierdo de la aeronave:

- Punta del plano izquierdo con evidencia de fricción con la superficie asfáltica de la pista generando pérdida de material metálico y la fractura de la lámpara de aterrizaje.
- Parada súbita de motor izquierdo, con deformación sobre las palas hacia atrás, evidencia de bajas revoluciones al momento del contacto con la superficie.
- Daños importantes en el flap izquierdo con evidencia de perdida de material.

A continuación se detallan los daños importantes que sufrió la aeronave HK-4839, y que afectaron las zonas mayores, tales como el empenaje (300), los dos motores (400), el plano izquierdo (500) y el tren de aterrizaje (700):



Grafica No. 4 – Zonas mayores de la aeronave afectadas.

### 1.3.1 Motores y hélice izquierda (LH)

El motor izquierdo, ubicado en la zona 400 de la aeronave, sufrió parada súbita, a consecuencia del contacto con la pista, al retraerse de manera inesperada el tren izquierdo.

La hélice sufrió deformación en los extremos de las palas por contacto con la superficie asfáltica de la pista, con evidencia de bajas revoluciones del motor.



Fotografía No. 2 – Daños en el motor y hélice, lado izquierdo.

**1.3.2 Empenaje**

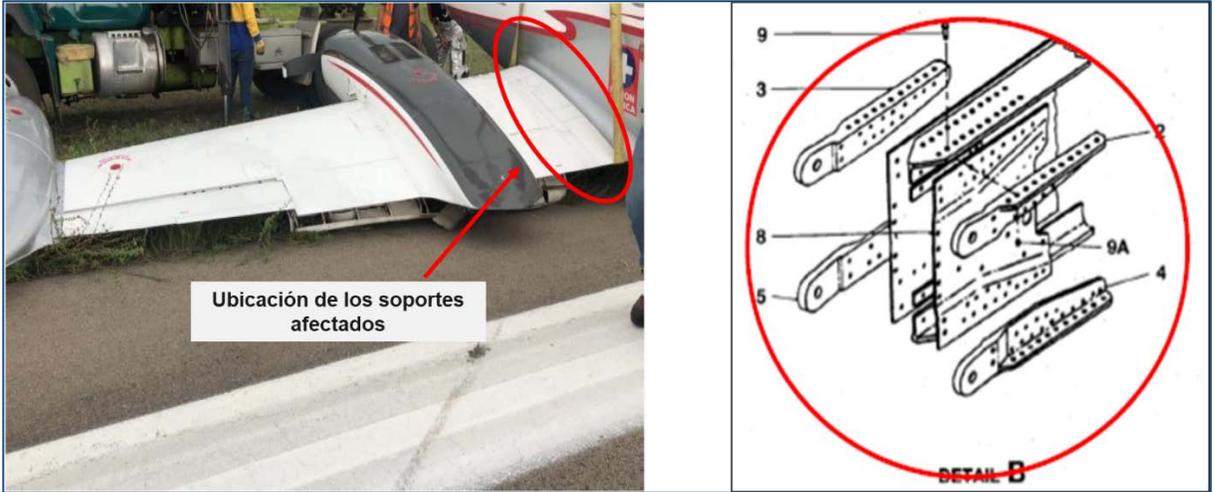
El empenaje, ubicado en la zona 300 de la aeronave, sufrió daños menores en la parte inferior del elevador izquierdo, presentando pérdida de materia debido a la fricción con la superficie asfáltica de la pista. Se encontró deformación de la piel en la parte superior del estabilizador horizontal, debido al impacto que sufrió con la superficie asfáltica.



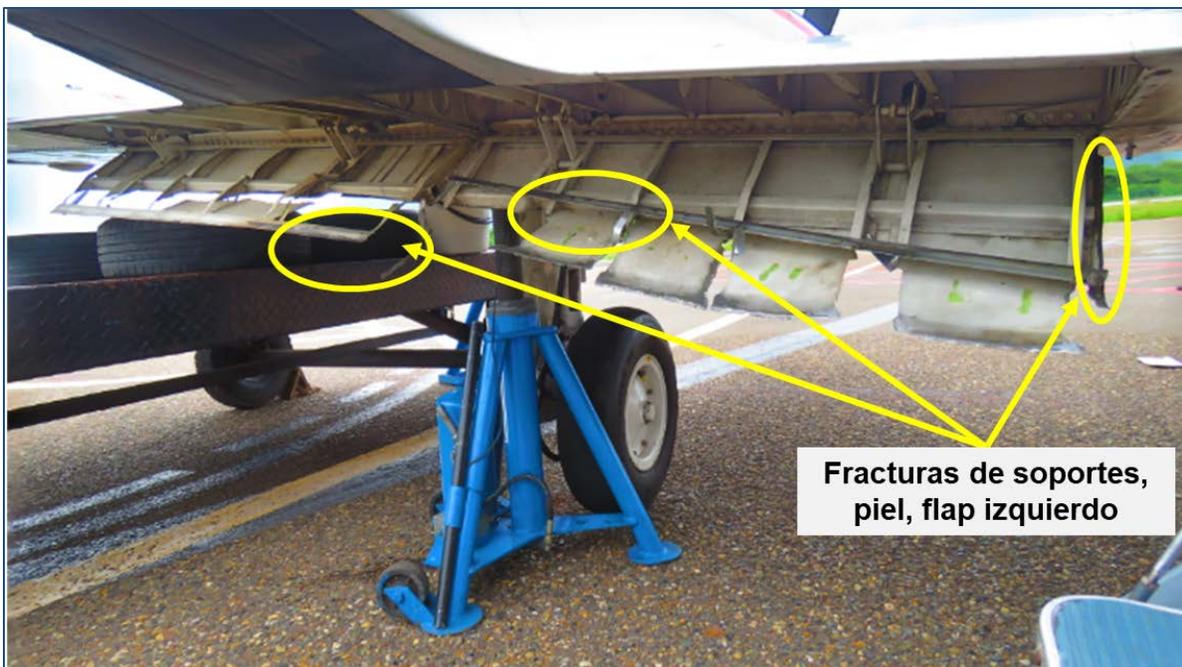
*Fotografía No. 3 – Daños en el estabilizador horizontal izquierdo.*

**1.3.3 Plano izquierdo**

El plano izquierdo, ubicado en la zona 500 de la aeronave, sufrió daños sustanciales en la superficie inferior del flap izquierdo, pérdida de material, deformación de la piel, fracturas sobre los soportes del flaps y daños en la raíz del plano.



*Fotografía No. 4 – Daños en la raíz de plano izquierdo.*

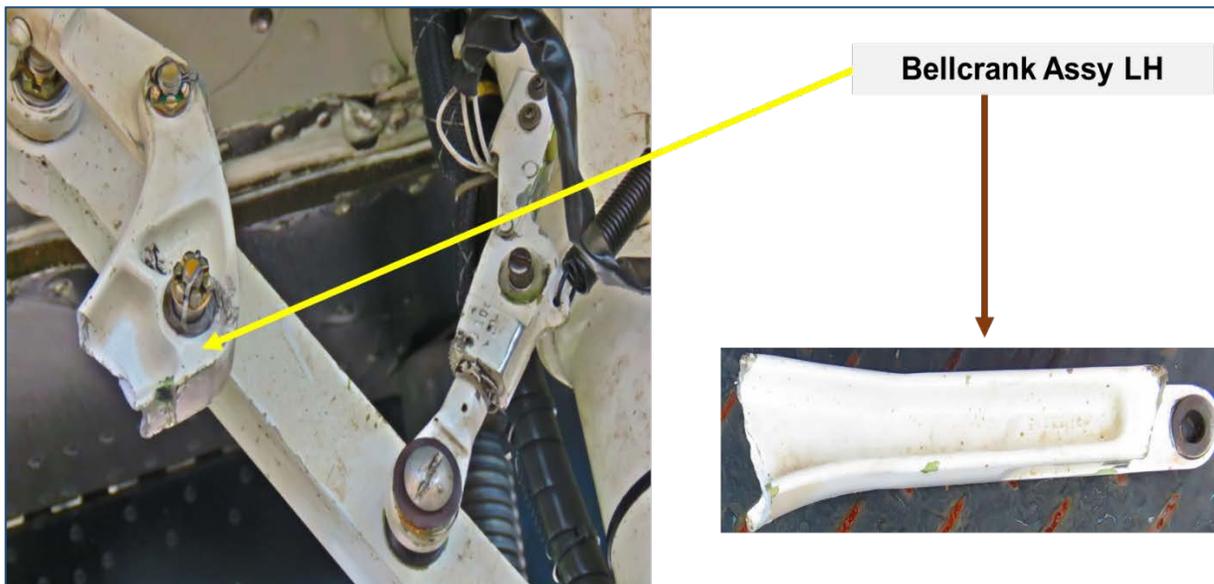


*Fotografía No. 5 – Fracturas y pérdida de material en flap izquierdo.*

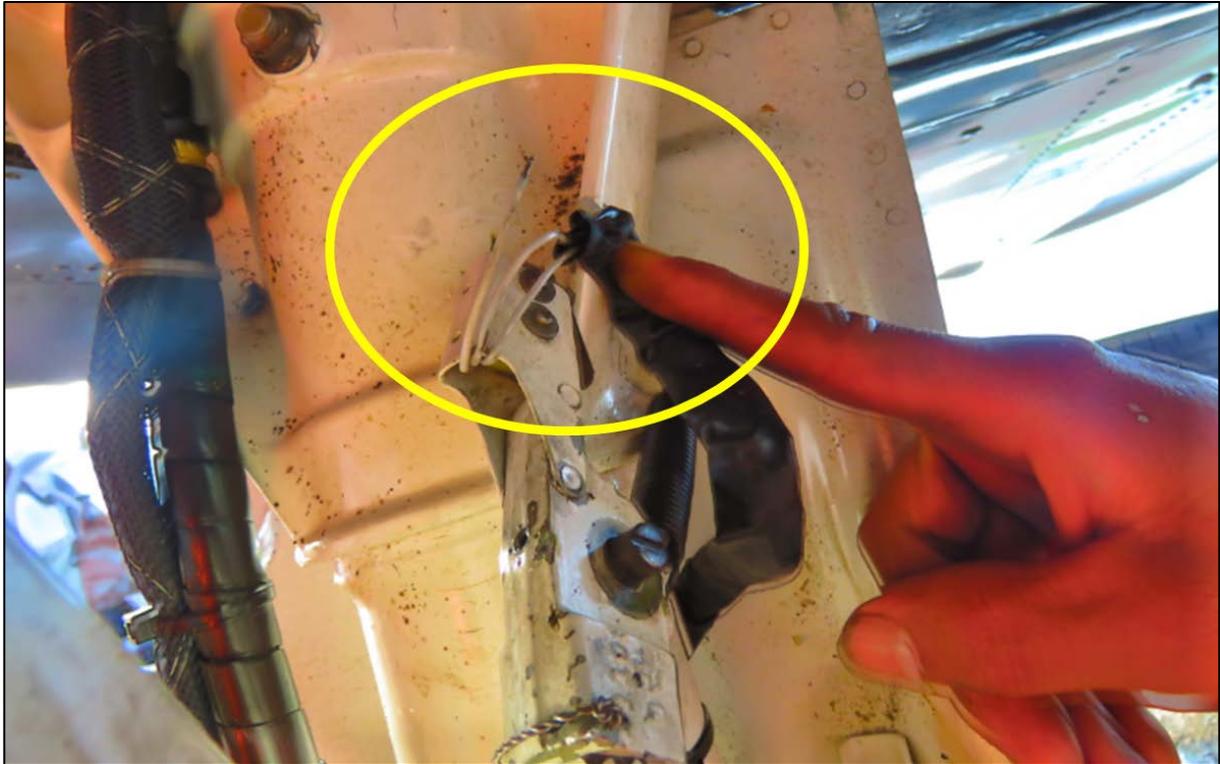
#### 1.3.4 Tren de aterrizaje izquierdo.

Durante la inspección al tren de aterrizaje, que se encuentra ubicado en la zona 700 de la aeronave, se logró evidenciar fractura en el brazo que hace parte del sistema de seguro del mismo.

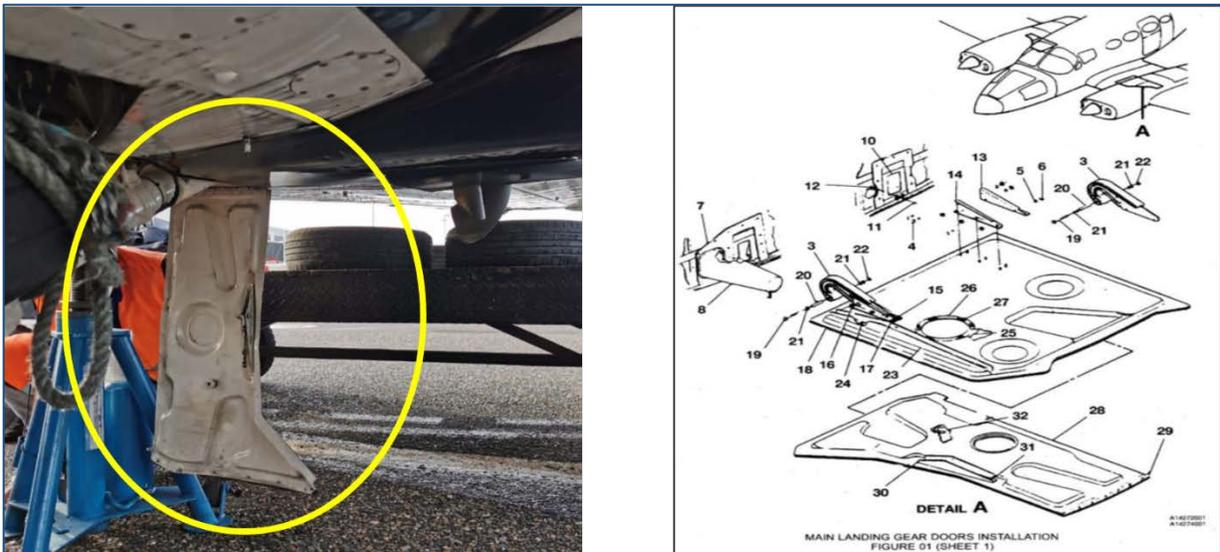
También se logró evidenciar daños sustanciales, en los sistemas de compuertas, chapas sujeción del tren, sistema de retracción, conjunto de rueda, sistema de frenos y alambrado eléctrico.



*Fotografía No. 6 – Componente fracturado tren izquierdo.*



**Fotografía No. 7 – Alambrado de indicación del tren de aterrizaje con daños.**



**Fotografía No. 8 – Daños en las compuertas de tren de principal izquierdo.**

#### 1.4 Otros daños

Daños a la superficie asfáltica, ocasionados por el contacto de la hélice izquierda contra la pista.



*Fotografía No. 9 – Daños en la pista.*

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	28 años
<b>Licencia:</b>	Piloto Comercial de Avión (PCA).
<b>Certificado médico:</b>	Primera Clase.
<b>Equipos volados como piloto:</b>	PA34, PA28R, BE35 y C414.
<b>Último chequeo en el equipo:</b>	14 de agosto de 2020.
<b>Total horas de vuelo:</b>	2800 h
<b>Total horas en el equipo:</b>	300 h
<b>Horas de vuelo últimos 90 días:</b>	120 h
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	40 h
<b>Horas de vuelo últimos 03 días:</b>	12 horas
<b>Horas de vuelo últimas 24 horas:</b>	4 horas

El Piloto de la aeronave contaba con su licencia PCA vigentes, sus respectivos chequeos de vuelo en la aeronave, y con el certificado médico vigente sin restricciones.

Había efectuado entrenamiento recurrente en el equipo en el mes de febrero de 2020. Y curso recurrente de mercancías peligrosas y manejo de recursos de cabina en el mes de marzo de 2020.

## Primer oficial

<b>Edad:</b>	23 años
<b>Licencia:</b>	Piloto Comercial de Avión (PCA).
<b>Certificado médico:</b>	Primera clase
<b>Equipos volados como piloto:</b>	PA34, PA31, C414.
<b>Último chequeo en el equipo:</b>	12 marzo 2020
<b>Total horas de vuelo:</b>	952:46 horas
<b>Total horas en el equipo:</b>	161 h
<b>Horas de vuelo últimos 90 días:</b>	52:15 h
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	23:18 h
<b>Horas de vuelo últimos 03 días:</b>	8:24 h
<b>Horas de vuelo últimas 24 horas:</b>	2:12 h

El Primer oficial de la aeronave contaba con su licencias PCA vigente, con sus respectivos chequeos de vuelo en la aeronave, y con el certificado médico vigente sin restricciones.

Había efectuado entrenamiento recurrente en el equipo en el mes de febrero de 2020. Y curso recurrente de mercancías peligrosas y manejo de recursos de cabina en el mes de enero de 2020.

### 1.6 Información sobre la aeronave y el mantenimiento

<b>Marca:</b>	Cessna
<b>Modelo:</b>	C414
<b>Serie:</b>	414-0492
<b>Matrícula:</b>	HK-4839
<b>Certificado de matrícula:</b>	R0006635
<b>Fecha de fabricación:</b>	1.985
<b>Fecha último servicio:</b>	25 junio de 2020
<b>Total horas de vuelo:</b>	6.656:10 h
<b>Total ciclos de vuelo:</b>	5.804 ciclos.

Para el día del accidente, 03 julio de 2020, la aeronave cumplía con los servicios de mantenimiento vigentes de acuerdo con todas las condiciones de aeronavegabilidad continuada descritas en los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.

La aeronave tiene categoría de Trabajos Aéreos Especiales Ambulancia y los servicios de mantenimiento le fueron realizados en un taller de reparaciones TAR autorizado y aprobado por la autoridad de aviación civil.

El taller es poseedor de un sistema de seguridad operacional, aceptado por la Autoridad De Aviación Civil.

El personal de mantenimiento que realizó el servicio de la aeronave se encontraba apto y con atribuciones en su licencia para realizar el mantenimiento a la aeronave.

Para el día 25 de junio de 2020 se efectuó una inspección de 50 horas al avión, de acuerdo con el manual programa de mantenimiento de la aeronave, en la cual se realizaron los siguientes trabajos:

- Se efectuó pre inspección y chequeos operacionales a los sistemas de la aeronave.
- Chequeo operacional del sistema de trenes de aterrizaje por condición, ajuste y rendimiento.
- Servicio de lubricación a los tubos de torque de los sistemas de retracción de trenes de aterrizaje, LH y RH.
- Servicio de lubricación a los soportes de balineras, y accesorios al sistema de extensión de trenes de aterrizaje por emergencia.
- Chequeo por tensión, condición en general, de los cables de control para los alerones, elevadores y aleta de control direccional.
- Se cumplió con la directiva de aeronavegabilidad (AD) 2000-01-16 inspección visual a los ductos de salida de gases del motor.
- Se reemplazó actuador de Flap, con número de parte 5115237-16.

Durante el examen a los documentos de mantenimiento para el servicio de 50 horas, no se encontraron condiciones inseguras de la aeronave y todas las pruebas realizadas a los sistemas y subsistemas fueron satisfactorias.

Para el día 2 de junio se realizó un servicio de 100 horas a la aeronave en la cual se realizaron los siguientes trabajos a los sistemas y subsistemas de la aeronave de acuerdo con el manual programa de mantenimiento del fabricante.

- Se cumplió con la directiva de aeronavegabilidad (AD) 2000-01-16 inspección visual a los ductos de salida de gases del motor.
- Se cumplió el AD 2016-17-08, inspección visual al sistema de ajuste del elevador.
- Se efectuó reemplazo de la batería con número de serie 602951967 y numero de parte 6242.
- Se efectuó reemplazo de turbo cargador con número de parte 466412-004, y número de serie H-XDLVV-114.

En el examen a los documentos de mantenimiento para el servicio de 100 horas, no se encontraron condiciones inseguras de la aeronave y todas las pruebas realizadas a los sistemas y subsistemas fueron satisfactorias.

El 12 de noviembre de 2012 se efectuaron pruebas no destructivas, NDT, a los trenes de aterrizaje, utilizando métodos descritos por el fabricante de los trenes, tales como tintas penetrantes y partículas magnéticas a todos los componentes que hacen parte del conjunto general de los mismos, siendo las pruebas satisfactorias. Dichas pruebas fueron realizadas en un taller especializado aprobado por la Aeronáutica Civil de Colombia.

De acuerdo con la documentación obtenida durante la inspección a los procesos de mantenimiento, el personal de mantenimiento era idóneo, cumplía con los requerimientos

legales y el entrenamiento básico para ejercer sus funciones de acuerdo con las atribuciones de sus licencias.

### Motor izquierdo

<b>Marca:</b>	Continental
<b>Modelo:</b>	TSIO-520-NB
<b>Serie:</b>	R519127
<b>Total horas de vuelo:</b>	6.299:40 h
<b>Total ciclos de vuelo:</b>	Desconocido
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	214:14 h
<b>Fecha último servicio:</b>	25 junio de 2020.

### Motor derecho

<b>Marca:</b>	Continental
<b>Modelo:</b>	TSIO-520-NB
<b>Serie:</b>	R519251
<b>Total horas de vuelo:</b>	6867:10 h
<b>Total ciclos de vuelo:</b>	Desconocido
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	82:15 h
<b>Fecha último servicio:</b>	25 junio de 2020.

Para el día 25 de junio de 2020 se efectuó una inspección de 50 horas a los dos motores, de acuerdo con el manual programa de mantenimiento de la aeronave, durante la cual se realizaron los siguientes trabajos:

- Inspección visual general al motor.
- Reemplazo de filtro principal de aceite e inspección por condición.

Para el día 25 de junio de 2020 se efectuó una inspección de 100 horas a los dos motores, de acuerdo con el manual programa de mantenimiento de la aeronave sección II, en la cual se realizaron los siguientes trabajos:

- Inspección visual al sistema de gases de salida.
- Inspección visual general al motor.
- Reemplazo de filtro principal de aceite e inspección por condición.
- Inspección a todos los componentes por escapes, seguridad y condiciones generales de acuerdo con el manual de fabricante.

De acuerdo con la documentación obtenida durante la inspección hecha a los procesos de mantenimiento, el personal de mantenimiento era idóneo, cumplía con los requerimientos legales y el entrenamiento básico para ejercer sus funciones de acuerdo con las atribuciones de sus licencias.

### Hélice izquierda

<b>Marca:</b>	Hartzell
<b>Modelo:</b>	PHC-C3YF-2UF
<b>Serie:</b>	EB6517B
<b>Total horas de vuelo:</b>	1.737:35 h
<b>Total ciclos de vuelo:</b>	Desconocido
<b>Total horas DURG:</b>	421:10 h
<b>Fecha último servicio:</b>	25 junio de 2020.

### Hélice izquierda

<b>Marca:</b>	Hartzell
<b>Modelo:</b>	PHC-C3YF-2UF
<b>Serie:</b>	EB6349B
<b>Total horas de vuelo:</b>	2456:15 h
<b>Total ciclos de vuelo:</b>	Desconocido.
<b>Total horas DURG:</b>	82:15 h
<b>Fecha último servicio:</b>	25 junio de 2020

El 25 de junio de 2020 se efectuó una inspección de 50 horas a las dos hélices, de acuerdo con el manual programa de mantenimiento de la aeronave, en la cual se realizaron los siguientes trabajos:

- Inspección general a las palas de la hélice por: abolladuras, rayones, y fisuras, cumpliendo los requisitos descritos en el manual del fabricante.
- Inspección general por escapes de grasa lubricante y aceite.
- Inspección general al sistema de anti-hielo de la hélice, de acuerdo con el manual de la hélice, obedeciendo a los procedimientos descritos por el fabricante.

De acuerdo con la documentación obtenida durante la inspección hecha a los procesos de mantenimiento, el personal de mantenimiento era idóneo, cumplía con los requerimientos legales y el entrenamiento básico para ejercer sus funciones de acuerdo con las atribuciones de sus licencias.

## 1.7 Información Meteorológica

El vuelo se realizó con un Plan de Vuelo VFR en condiciones VMC. El accidente acaeció con luz de día y las condiciones meteorológicas no tuvieron injerencia en el accidente.

## 1.8 Ayudas para la Navegación

El vuelo se realizó en condiciones visuales, y las ayudas para la navegación en ruta no tuvieron injerencia en el accidente.

## 1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones entre la tripulación en le HK-4839 y la Torre de Control del aeródromo Simón Bolívar se desarrollaron normalmente de acuerdo con la normatividad vigente; estas no tuvieron incidencia en la ocurrencia del incidente grave.

### 1.10 Información del Aeródromo

El aeropuerto Simón Bolívar (IATA: SKSM), está localizado en la ciudad de Santa Marta, Atlántico, en las coordenadas N 11°07'10,88", W 074°13'50,30", a una elevación 6.70 m sobre el nivel medio del mar. El aeropuerto cuenta con una única pista de superficie asfáltica, con orientación 01 – 19 y una longitud 1700 m de largo por 40 m de ancho.

Las condiciones del aeródromo no tuvieron influencia en el incidente grave.

### 1.11 Registradores de vuelo

La aeronave no estaba con registradores de datos de vuelo ni grabadores de voces de cabina. No son requeridos para este tipo de aeronave de acuerdo con los reglamentos aeronáuticos vigentes.

### 1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La aeronave quedó ubicada en la zona de seguridad de la pista 19 – 01, a 562 m de la cabecera 19, hacia el costado izquierdo, a 2.8 m del borde de la pista, con rumbo 110°, con el tren izquierdo retraído y daños en la parte ventral del plano y elevador izquierdo.

En la superficie de la pista se identificaron trazos continuos de fricción relacionados con el contacto del plano y hélice izquierdo del mismo lado de la aeronave.

Durante la inspección y a 186 m de la cabecera, se encontró una parte metálica con evidencia de fractura; se verificó que correspondía al “strut” del tren de aterrizaje, el cual permite el aseguramiento del tren en la posición abajo.

La aeronave conservó la integridad de todos sus componentes mayores.



**Gráfica No. 4 – Ubicación del componente fracturado del tren principal izquierdo.**

### 1.13 Información médica y patológica

La tripulación y sus ocupantes no sufrieron lesiones y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

## 1.14 Incendio

No se presentó incendio antes ni después del incidente grave.

## 1.15 Aspectos de supervivencia

La emergencia fue atendida inicialmente por el Controlador de la Torre de Control, quien alertó inmediatamente del suceso al Servicio de Extinción de Incendios del aeropuerto.

De acuerdo con las declaraciones del personal encargado en ese momento del SEI, a las 11:20 HL, recibieron la información de que la aeronave HK-4839, aproximaba al aeródromo con fallas en el sistema del tren de aterrizaje. La persona a cargo del SEI informó al personal de turno, quienes alistaron los equipos. A la 11:22 HL, la aeronave aterrizó, y poco después ocurrió la salida de la pista.

El SEI hizo presencia dentro de los tiempos de respuesta establecidos, verificó que los sistemas de energía de la aeronave se encontraran apagados y se aseguró que los sistemas de combustible se encontraran cerrados.

Los ocupantes de la aeronave evacuaron orientados por la tripulación, con ayuda del SEI, lo cual lo hicieron por sus propios medios y sin lesiones. Hubo demoras en los trámites para autorizar el ingreso de la ambulancia que debía evacuar al paciente del vuelo, un menor de edad en delicado estado de salud.

Durante la remoción de la aeronave, el SEI permaneció prestando servicio de prevención, hasta que la aeronave fue ubicada en una zona segura prevista por el operador del aeropuerto.

## 1.16 Ensayos e investigaciones

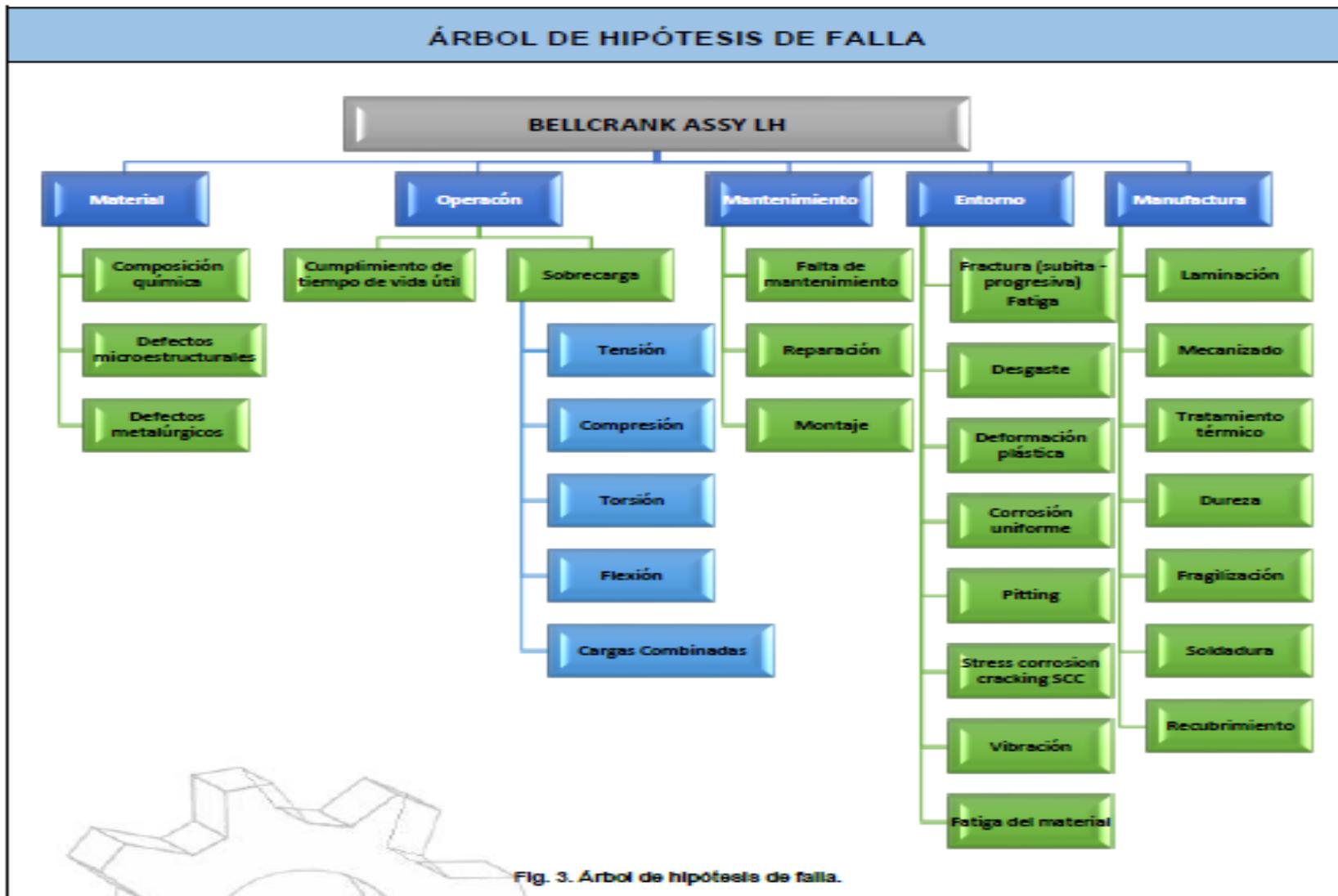
En vista de que un componente del tren de aterrizaje se encontró fracturado sobre la pista, en la trayectoria que recorrió la aeronave durante el aterrizaje, la investigación centró su atención en el análisis de dicho componente y el origen de la falla que causó su fractura.

El componente encontrado y que debía analizarse era el *bellcrank assy LH*.

Con el análisis de falla del material del componente, se identificaron las características de la falla, el tipo de fractura, su desgaste, deformaciones y fisuras dentro del componente afectado.

El análisis se realizó utilizando los siguientes recursos:

- con la siguiente evidencia
- Información contenida en el Manual de Mantenimiento del fabricante.
- El componente encontrado con fractura, como muestra física.
- Documentos suministrados por el explotador sobre las acciones de mantenimiento realizadas a los componentes del tren y sus sistemas antes del incidente grave.
- Identificación de la geometría para el ajuste del tren de aterrizaje y su operación, teniendo en cuenta su diseño, materiales de fabricación, vida útil, mantenimiento y función del tren de aterrizaje principal.
- Identificación de los esfuerzos generados sobre tren de aterrizaje durante su operación tales como tensión, torsión y corte, para el examen metalográfico.
- El tipo de mantenimiento y los esfuerzos externos -torques y ajustes- generados durante las acciones de mantenimiento realizadas a estos componentes.

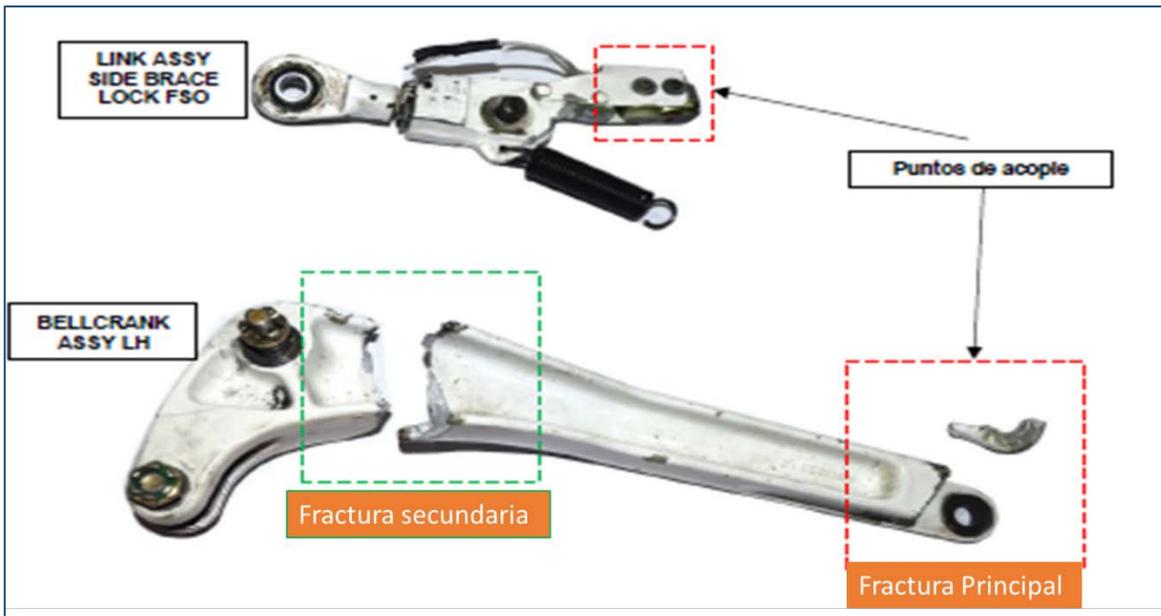


Gráfica No. 5 – Hipótesis de falla.

ITEM	IDENTIFICACIÓN PIEZA	ANÁLISIS
1.	 <p data-bbox="535 798 803 829">Fig. 1. BELLCRANK ASSY LH</p>	<p data-bbox="1104 514 1307 651">Fractografía Toma de dureza Composición química Análisis Metalográfico Análisis de resultados concepto de falla</p>

Gráfica No. 6 – Fractografía para el “bellcrank assy”.

Mediante los análisis realizados a los componentes señalados en la gráfica No. 6, y con ayuda de equipos especializados, se logró efectuar tomas fotográficas macroscópicas, sobre el material del *bellcrank assy* que ayudó a identificar la fractura cíclica primaria que tuvo el material durante la operación, y una fractura resultante denominada secundaria, que se da cuando los materiales están sometidos a inapropiados esfuerzos periódicos oscilantes, o ajustes incorrectos en un determinado tiempo de funcionamiento.

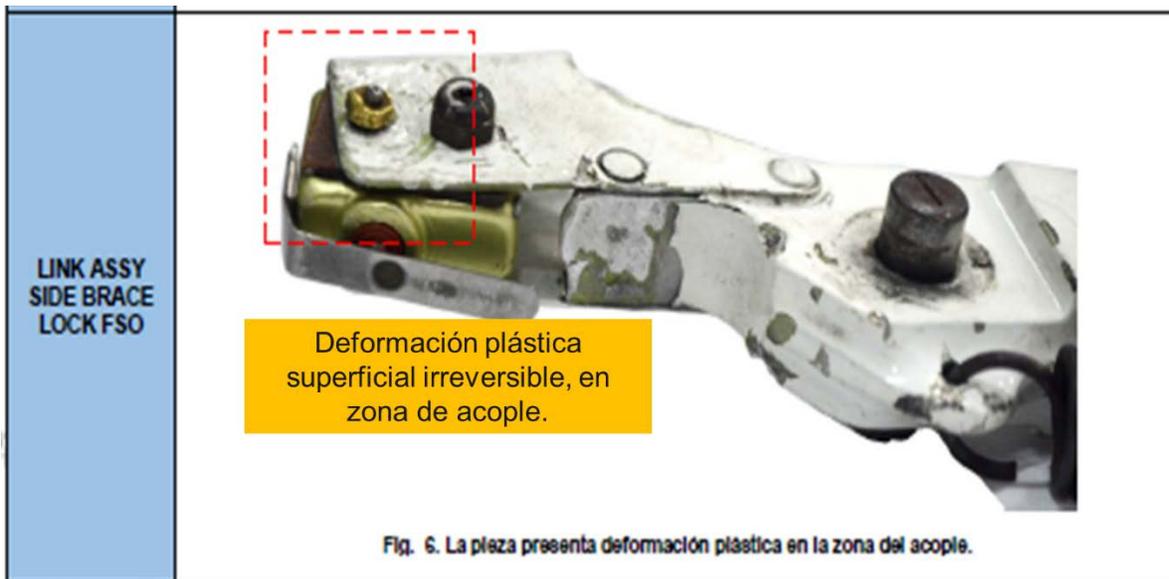


Gráfica No. 7 – Identificación de fracturas sobre el “bellcrank assy”.

Según se muestra en la gráfica No. 8, se identificó el punto de acople de uno de los extremos del *bellcrank assy*; en este punto se evidenció, mediante fractografía, una deformación elástica irreversible en el material, en la que el componente no recupera su forma original luego de ser sometido a esfuerzos mayores, el cual le ocasiona la deformación.

En los materiales metálicos, como en este caso, la deformación plástica ocurre mediante la formación y movimiento de dislocaciones. Un mecanismo de deformación secundario es el maclado (formación de maclas).

En el maclado, una fuerza de corte produce desplazamientos del grano del material en planos y direcciones cristalográficas bien definidas.



**Gráfica No. 8 – Identificación de fracturas sobre el “bellcrank assy”.**

La fractura intergranular es observable en el microscopio trilocular invertido, producida muy probablemente por fragilidad en el material ocasionada por los esfuerzos intergranulares, que a su vez se fueron incrementando cíclicamente por la aplicación de fuerzas externas mayores a los límites de elásticos de los materiales; esto se debe a los posibles ajustes inapropiados sobre el componente.

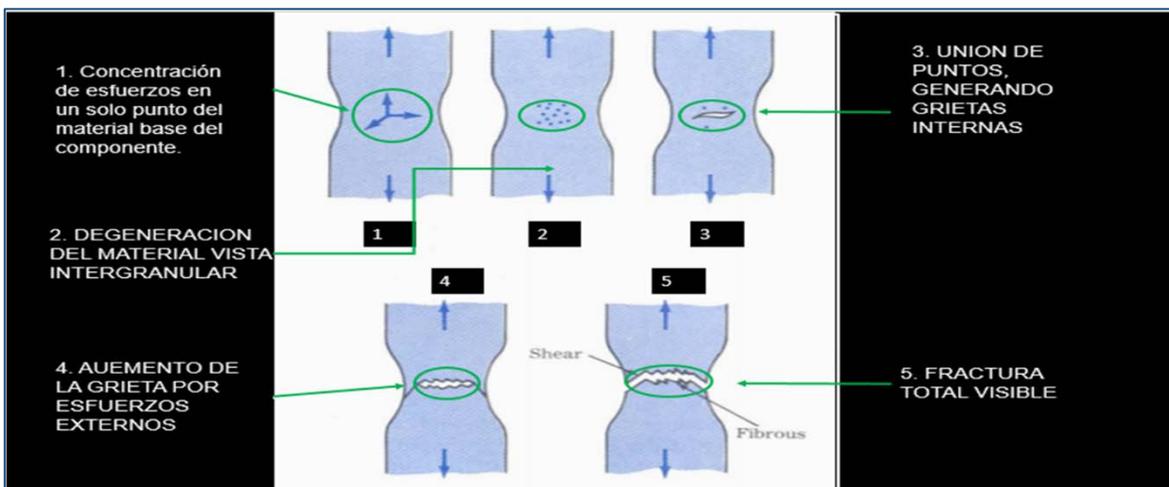
Existen dos condiciones para que el esfuerzo intergranular aparezca por medio de una deformación plástica irreversible:

1. Altas concentraciones de esfuerzos en un solo punto del material o componente mecánico, de acuerdo con la geometría función y operación del tren de aterrizaje.
2. Deformación del material por el aumento de la resistencia del material, mayor al que puede soportar el mismo generándose así una falla en el material, resultando en una fractura interna la cual no se puede percibir sin utilizar métodos avanzados de identificación.



**Gráfica No. 9 – Propagación y concentración de esfuerzos sobre el “bellcrank assy”.**

La fractura denominada como fractura “primaria” se considera una fractura dúctil, La fractura dúctil se presenta después de que el material es sometido a una deformación plástica excesiva, la cual es un tipo de fractura que aparece en algunos materiales que presentan una zona de deformación plástica considerable e irreversible. Esta fractura se puede dar cuando existen incorrectos procesos de fabricación de los materiales, tratamientos térmicos inadecuados, envejecimiento del componente o ajustes incorrectos de los mecanismos de acuerdo con los esfuerzos soportados durante su operación.



**Gráfica No. 10 – Comportamiento de la fractura por envejecimiento o incorrecto ajuste “bellcrank assy”.**

Cuando se realizó la prueba de dureza Brinell al material *bellcrank assy* se obtuvo como resultado un número de 130 – 140 HRC, entendiendo que el HRC es la resistencia a la tracción del material, que indicaba un probable endurecimiento del metal base por tratamiento térmico de disolución, o envejecimiento del material, haciendo que el material se transformara en más rígido disminuyendo notablemente sus límites de elasticidad.

Dureza Brinell	Lecturas	ESCALA Brinell HB
	1	135
	2	130
	3	135
	4	140
	5	140
	Rango	130 – 140

*Gráfica No. 11 – Prueba de dureza Brinell realizada al material del “bellcrank assy”.*

### 1.17 Información sobre la organización y la gestión

La actividad principal de Sky Ambulance S.A.S. es la prestación del servicio de trabajos aéreos especiales, como actividad aérea civil, de carácter comercial, distinta del transporte público, en la modalidad de Ambulancia Aérea: servicios consistentes en el traslado de personas que padecen lesiones orgánicas o enfermedades y que por su estado requieren de equipos, personal y atenciones especiales durante el vuelo, los cuales no son ofrecidos comúnmente por las empresas de transporte público regular o no regular.

Como tal, la empresa cumple lo establecido en los RAC numeral 4.7.1.1 y 4.7.7.1, y cuenta con Certificado de Operaciones y Especificaciones de Operación vigentes.

La empresa cuenta con programa de Seguridad Operacional aceptado por la Aeronáutica Civil el cual evidencia un desarrollo continuo dentro de la organización.

A su vez también se logró evidenciar que el programa de seguridad operacional tiene un alcance a todos los proveedores de servicios de la empresa.

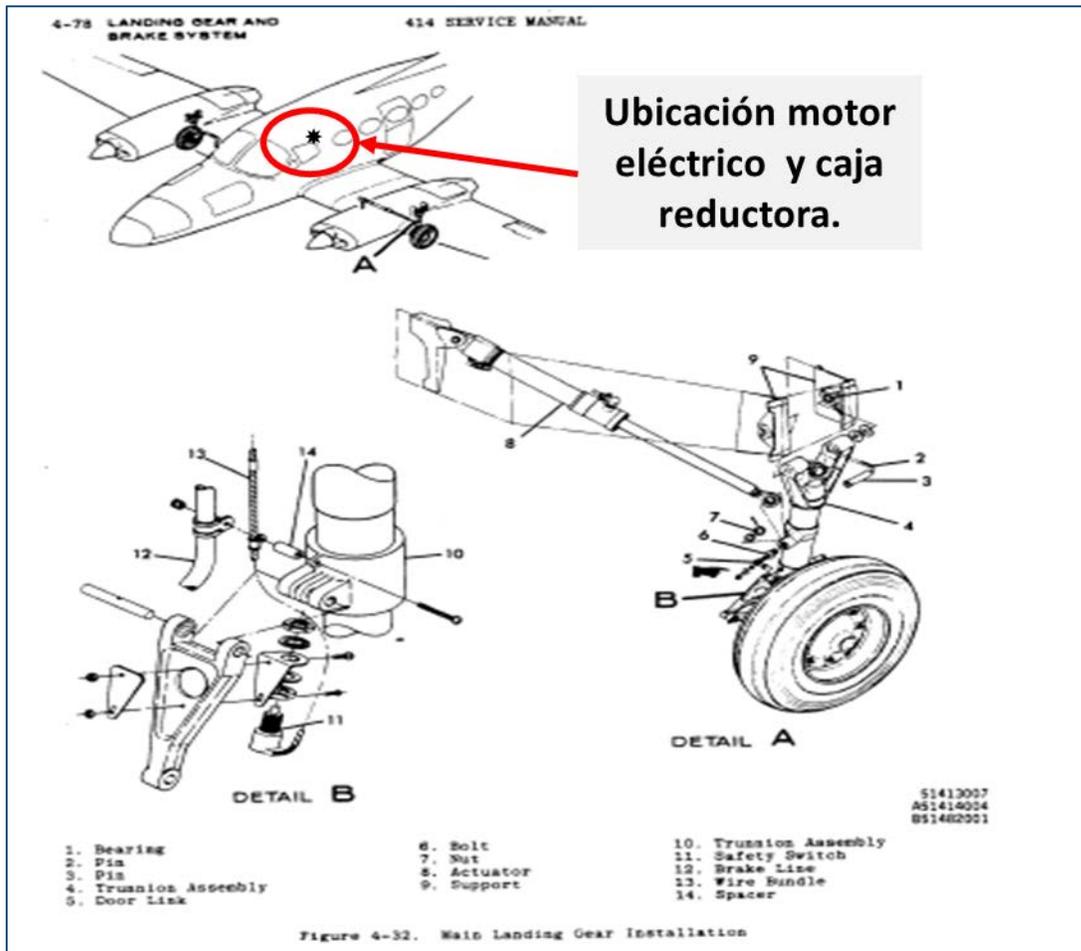
### 1.18 Información adicional

#### 1.18.1 Descripción y operación del sistema de trenes de aterrizaje en C414

La operación y correcto funcionamiento del sistema del tren de aterrizaje para el Cessna 414, se realiza por medio de un motor eléctrico el cual posee una caja reductora de engranajes para su control de velocidad de operación.

El motor al ser excitado con potencia eléctrica del sistema de corriente alterna, generada por la misma aeronave, transforma la corriente en movimiento mecánico, el cual es transmitido a todos los trenes de aterrizajes, a través de unos brazos metálicos junto con

unos tubos de torsión que sirven como enlace para el accionamiento de los trenes, durante la retracción y extensión.



**Gráfica No. 12 – Componentes del tren de aterrizaje Ubicación motor eléctrico.**

Para que el tren de aterrizaje principal se retraiga normalmente, el motor transmite el movimiento a un tubo de torsión y este a su vez a la barra de accionamiento *bellcrank assy* para que este se desplace hacia la estructura del tren.

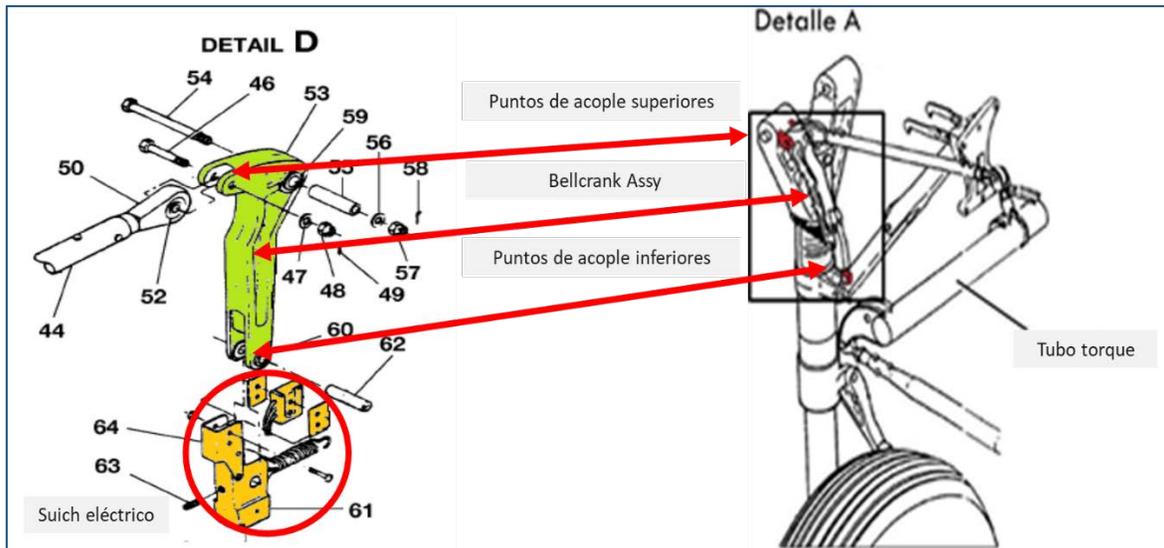
El empuje y el desplazamiento que realiza la barra de accionamiento hace que la palanca en forma de codo *bellcrank assy* gire y realice un esfuerzo sobre el perno pivote el cual se encuentra unido a los montantes del trunnion.

El esfuerzo aplicado por la barra de accionamiento produce una palanca en la parte superior de la estructura en el sentido de retracción. Al producirse el movimiento mecánico sobre el pivote del trunnion, la articulación inferior opera hacia arriba y permite el giro de la estructura del tren de aterrizaje hacia la parte superior del plano.

El movimiento de la articulación inferior separa la estructura del tren del mecanismo eléctrico el cual es el encargado de enviar señales a la cabina de tren arriba y asegurado o abajo y asegurado; toda esta articulación de movimientos se hace por medio del tornillo de ajuste “reglaje”, el cual está ubicado en la parte inferior de la articulación.

La articulación inferior es un conjunto de dos varillas, superior e inferior, articulado en el centro, que sitúa a la estructura del tren en su posición extendida y sirve para absorber las cargas laterales que se produzcan sobre el tren durante el aterrizaje y el despegue.

Dada la configuración geométrica existente, la articulación inferior se repliega al subir el tren y se extiende al bajar el tren, y es asegurado en esa posición gracias a la palanca acodada que hace que su punto de articulación sobrepase la línea imaginaria que uniría los extremos de sus varillas.



**Gráfica No. 13 – Componentes sistema de extensión y retracción del tren de aterrizaje.**

El bloqueo mecánico se da por el exceso de esfuerzos en el punto de articulación que es controlado por la leva ubicada en el centro de la articulación inferior; este impide que opere hacia abajo. Para un efectivo bloqueo se debe sobrepasar la línea imaginaria de articulación y el mecanismo debe ajustarse con la longitud del brazo inferior de la palanca acodada, que se encuentra pivoteando y unido a la articulación inferior a través del tornillo de reglaje que es roscado en sus dos extremos.

La configuración geométrica de la leva hace que las cargas verticales y laterales estén soportadas por la estructura principal del propio tren y por la articulación inferior, respectivamente. El mecanismo de funcionamiento no debería estar sometido a grandes cargas, y su misión es mantener la posición de la articulación inferior sobrepasando la línea imaginaria de articulación en posición de abajo y asegurado.

### 1.19 Técnicas útiles o eficaces de investigación

Para la presente investigación se efectuaron análisis metalográficos especializados, con el fin de determinar la naturaleza de la falla del componente del tren de aterrizaje fracturado.

## 2. ANÁLISIS

El análisis de la presente investigación se basó principalmente en todas las evidencias factuales obtenidas de la tripulación, los registros de mantenimiento, el análisis de las marcas en tierra y el estudio de mecánica de falla de los materiales efectuado a los componentes del tren principal izquierdo afectados.

### 2.1 Operaciones de vuelo

La tripulación contaba con las licencias, certificado médico y habilitaciones vigentes al momento del accidente que le permitió operar la aeronave sin ninguna restricción. La tripulación contaba con horas suficientes en la operación de este equipo; se evidenció que, además, tenía experiencia en otros equipos con características similares al equipo involucrado en el incidente grave.

El vuelo fue programado por la empresa, de acuerdo con los estándares descritos en el manual para procedimientos de operaciones “MPO”.

La tripulación realizó un planeamiento de vuelo con antelación, cumpliendo con los estándares e informó a los ocupantes las normas de seguridad a seguir, junto con los procedimientos de emergencia en caso de cualquier evento.

Una vez que se presentó la condición anormal, cuando se disponía a aterrizar en Santa Martha, la tripulación cumplió los procedimientos establecidos. Así mismo, ante la retracción del tren de aterrizaje izquierdo y la salida de pista, actuó de manera oportuna y correcta para evitar mayores daños a la aeronave y posibles lesiones a los ocupantes.

### 2.2 Mantenimiento

En el examen que se realizó a los documentos de mantenimiento de la aeronave (libro de mantenimiento, motor y hélice) no se encontraron reportes que indicaran posibles fallas anteriores, relacionadas con el tren de aterrizaje y sus subsistemas conexos.

La aeronave cumplía con los servicios de mantenimiento de acuerdo con el programa de mantenimiento del fabricante.

Se encontró que ocho años antes de este suceso, el 12 de noviembre de 2012, se habían efectuado pruebas no destructivas, NDT, a los tres trenes de aterrizaje, con motivo de un incidente que ocurrido ese mismo año, y que había comprometido a dichos componentes.

Para estas pruebas no destructivas se utilizaron los métodos descritos por el fabricante de los trenes, tintas penetrantes y partículas magnéticas a todos los componentes que hacen parte del conjunto general del tren. Dichas pruebas fueron realizadas en un taller especializado aceptado y aprobado por la Aeronáutica Civil de Colombia, y resultaron satisfactorias.

En esa oportunidad, y para efectuar las pruebas, se efectuó una remoción de todos los componentes que hacen parte de los trenes de aterrizaje. De acuerdo con lo que establece el manual del fabricante, existe una condición crítica en ese proceso, que se presenta durante la reinstalación de los componentes debido a los ajustes de precisión que se deben tener en cuenta durante ese trabajo.

La actividad de remoción e instalación del sistema del tren de aterrizaje en efecto es una labor crítica, al cual el personal de mantenimiento debe prestar mucha atención, ya que es un procedimiento que debe realizarse paso a paso, para evitar que se presenten “holguras” o geometrías diferentes que pueden desencadenar en sobre esfuerzos sobre algunos de sus componentes.

El hecho que el sistema haya fallado después de muchos aterrizajes es una consideración importante de estudio dentro de la investigación. La relación de daño que tuvo el sistema relacionado con la fractura del *bellcrank assy* son signos característicos de prácticas de mantenimiento posiblemente deficientes, que hacen cuestionar si existió un inadecuado paso a paso durante la instalación del sistema del tren de aterrizaje; a esto se suma el envejecimiento del material del componente afectado.

En los registros de mantenimiento se evidenció el cumplimiento de las Directivas de aeronavegabilidad (ADs), de Boletines de servicio (SB) y de Documentos de Inspección Suplementaria (SID), relacionados con el tren de aterrizaje. La instalación y el mantenimiento preventivo realizado a los trenes de aterrizaje fue efectuado de acuerdo a las limitantes establecidas por el fabricante; sin embargo, no se evidencia dentro de los registros, las holguras y *backlash* que deben tener los pivotes y todos los mecanismos que generan movimiento dentro del sistema de trenes.

Adicionalmente, durante la inspección de campo se observaron prácticas inadecuadas dentro del sistema de indicación en cabina de posición de trenes, ya que se encontró una incorrecta instalación del cableado de este sistema que funciona por medio un interruptor eléctrico.

La fractura de montante del *bellcrank assy*, probablemente se pueda relacionar con ajustes imprecisos mínimos que pudieron darse durante las últimas acciones de mantenimiento cuando se efectuó la remoción e instalación de los trenes, 8 años atrás; y que por la constante operación se fueron incrementando, como es natural en los sistemas mecánicos, ya que no se encontraron indicios de falla por cortadura o cizalladura del componente.

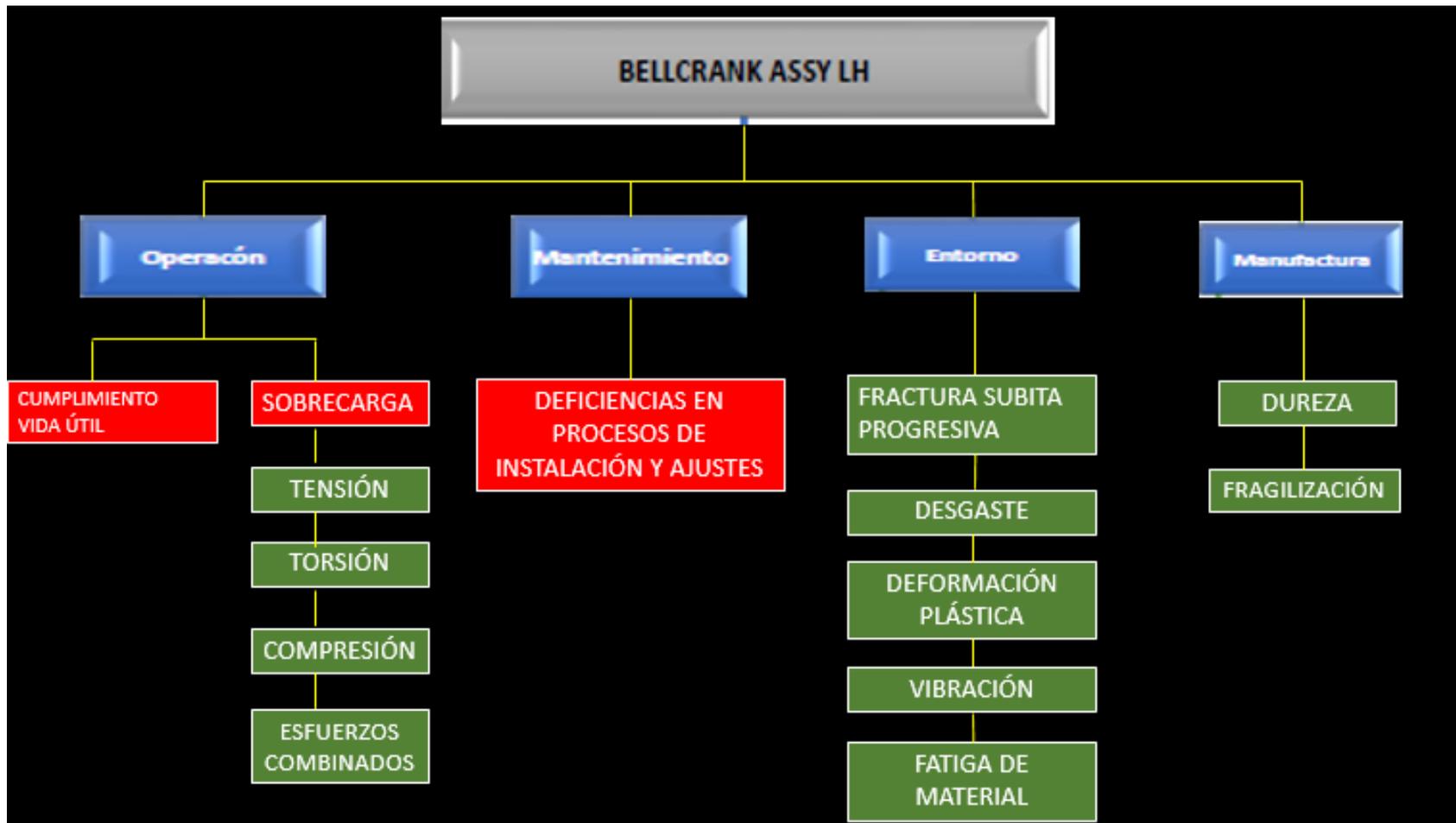
De acuerdo con el Manual del Fabricante de la aeronave, el procedimiento de ajuste del tren principal es complejo, y todos sus pasos tienen que completarse. Se insiste en que pequeñas variaciones sobre los elementos de ajuste pueden resultar en el colapso del tren. Por lo tanto, los protocolos de mantenimiento deben asumirse con rigurosidad.

De acuerdo con todo el compendio de evidencias encontradas sobre los componentes analizados, los registros fotográficos y las pruebas realizadas, la probable secuencia de falla se describe de la siguiente manera:

- La aeronave efectuó el aterrizaje por la cabecera 19; durante la carrera de desaceleración la concentración de esfuerzos asimétricos sobre el *bellcrank assy* generó una fractura total del material, teniendo en cuenta que este se encontraba fisurado internamente en su estructura molecular, por envejecimiento.
- Al romperse el *bellcrank assy* todo el sistema de retracción y extensión del tren izquierdo quedó suelto y sin control; por efecto del movimiento positivo de la aeronave y la desaceleración se produjo la retracción del tren de aterrizaje izquierdo.



Gráfica No. 14 – Secuencia de falla Bellcrank assy



Gráfica No. 15 – Análisis de falla Bellcrank assy”.

## 3. CONCLUSIÓN

### 3.1 Conclusiones

- Ocho años antes del Incidente Grave el tren de aterrizaje de la aeronave HK4839 había sido removido para la realización de pruebas no destructivas (partículas magnéticas) para verificar las propiedades mecánicas del componente.
- Es probable que durante la reinstalación del tren de aterrizaje, después de las pruebas no se hayan efectuado los ajustes adecuados y que, en consecuencia, se vieran afectados los componentes del tren por las fuerzas soportadas y los movimientos mecánicos realizados durante su operación.
- El tren de aterrizaje de la aeronave continuó durante varios años sometido a fuerzas irregulares, resultantes de una posible e incorrecta práctica de mantenimiento.
- Adicionalmente, el tren de aterrizaje estuvo sometido al envejecimiento del material, ocasionándose una fatiga del material acelerada por la asimetría del tren durante un periodo prolongado.
- De esta forma, el tren de aterrizaje izquierdo presentaba desgastes inapropiados en las terminales y en los rodamientos generados por esfuerzos de corte asimétricos.
- Durante los últimos servicios de mantenimiento efectuados al tren de aterrizaje, incluido la inspección de 100 horas, nuevo (9) días antes del suceso, se lubricaron algunos componentes pero no se detectaron los desgastes y desajustes.
- La aeronave HK4839 se encontraba al día con su programa de mantenimiento, el cual había sido cumplido de acuerdo con el manual del fabricante y el manual general de mantenimiento de la empresa.
- La tripulación contaba con toda su documentación técnica y médica vigente al momento del incidente grave. Estaba calificada para efectuar el vuelo, de acuerdo con las regulaciones.
- El vuelo fue programado y ejecutado de acuerdo con los lineamientos del manual de operaciones de la empresa.
- La tripulación realizó un planeamiento correcto para vuelo cumpliendo con los estándares de la empresa e informó a los ocupantes sobre las normas de seguridad y los procedimientos de emergencia.
- El vuelo transcurrió con normalidad entre Guaymaral y Bucaramanga, y hasta que la aeronave se dispuso a aterrizar en el aeródromo de Santa Marta.
- Durante la aproximación a Santa Martha, cuando la tripulación extendió el tren de aterrizaje, no se iluminó la luz verde que debía indicar que el tren se encontraba abajo y asegurado.
- La tripulación recicló el sistema, efectuó un chequeo del panel de las luces, de luces del tren de aterrizaje, y obtuvo indicación de tren abajo asegurado.

- Sin embargo, la tripulación solicitó a la Torre de Control, autorización para efectuar un sobre paso y que se le hiciera una inspección visual de la condición del tren de aterrizaje. Así se hizo, y el Controlador informó que el tren de aterrizaje evidentemente se encontraba abajo.
- El Piloto, además, efectuó un viraje cerrado, con gravedades, para tener certeza que el tren quedase asegurado, y procedió a aterrizar.
- El aterrizaje se efectuó de manera normal por la pista 19.
- No obstante, después de haber recorrido aproximadamente 200 metros, la concentración de esfuerzos asimétricos sobre el *bellcrank assy* del tren de aterrizaje principal izquierdo, generó una fractura total del material
- Al romperse el *bellcrank assy* todo el sistema de retracción y extensión del tren izquierdo quedó suelto y sin control; por efecto del movimiento positivo de la aeronave y la desaceleración se inició entonces la retracción del tren de aterrizaje izquierdo.
- La tripulación mantuvo el control de la aeronave, sobre la trayectoria de frenado; no obstante, cuando la aeronave había recorrido aproximadamente 562 metros sobre la pista y con una velocidad aproximada de 20 nudos, el tren de aterrizaje izquierdo colapsó por completo.
- El plano izquierdo, la hélice del motor izquierdo y otras partes del avión hicieron contacto con la pista, creando resistencia al avance de ese lado. El avión giró drásticamente hacia el lado izquierdo, deteniéndose sobre la zona de seguridad.
- La tripulación apagó los motores, aseguró la aeronave y orientó la evacuación de los ocupantes, quienes lo hicieron por sus propios medios y resultaron ilesos.
- La aeronave sufrió daños importantes.
- No se encontraron indicios de falla por cortadura o cizalladura del *bellcrank assy*, P/N5041001-1, adicionales a los ocasionados por el envejecimiento del material, encontrados durante las pruebas de dureza Brinell.
- La fractura del *bellcrank assy*,P/N5041001-1, probablemente pudo relacionarse con ajustes imprecisos mínimos, con aumento del holguras durante la operación.

### 3.2 Causa probable

Falla por sobrecarga y envejecimiento del material en el *bellcrank assy* con P/N5041001-1 del tren de aterrizaje izquierdo, que produjo la inadvertida retracción del sistema durante la carrera de aterrizaje.

### 3.3 Factores Contribuyentes

Envejecimiento del material base con el que se construye el *bellcrank assy* como consecuencia de una operación periódica de los trenes de aterrizaje en diferentes ambiente atmosféricos y geográficos, que contribuyeron al desgaste físico e intergranular del material.

Posibles acciones incorrectas durante las prácticas de mantenimiento “Remoción e instalación de los trenes de aterrizaje” al no verificar minuciosamente las holguras y *backlash* durante la instalación y ajuste de los trenes de aterrizaje.

Carencia en el Manual de Mantenimiento, de un procedimiento que limite la vida útil para este tipo de componentes.

Deficientes procesos de inspección dentro del manual del fabricante, que no evidencia un procedimiento de pruebas no destructivas más profundo para este tipo de componentes de manera que puedan garantizar su correcta y segura operación.

Deficientes procedimientos de inspección escritos en el Manual General de Mantenimiento del operador, que orienten al personal de mantenimiento hacia una apropiada toma de decisiones durante los procesos de instalación y ajustes de los trenes de aterrizaje, ya que no se evidencia como trabajos especiales en el avión.

Aunque en el Manual General de Mantenimiento existe un procedimiento escrito en el Capítulo 4 numeral 4.2, de entrega de las aeronaves después de un mantenimiento programado - no programado, no discrimina un procedimiento efectivo que garantice la operación y funcionalidad del sistema de la aeronave de manera técnica controlada, para casos especiales como la remoción e instalación de trenes de aterrizaje.

*Para la supervisión y verificación de los trabajos efectuados por el OMA contratado, el Gestor de Aeronavegabilidad de SKY AMBULANCE S.A.S., cumple lo siguiente:*

*Cuando el OMA indique la finalización de los trabajos de mantenimiento a una aeronave de la compañía, efectuara la revisión de los mismos; verificando por medio de pruebas funcionales la correcta ejecución de los trabajos.*

### 3.4 Taxonomía OACI

**SFC-NP:** Falla del sistema o componente no motor

ESPACIO DEJADO INTENCIONALMENTE EN BLANCO

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### A LA EMPRESA SKY AMBULANCE

#### REC. 01-202020-2

Evaluar con el Grupo de Confiabilidad de la empresa la emisión de una Alerta de Seguridad Operacional relacionada con la disminución de los tiempos límite de inspección a los componentes “bellcrank assy” de los trenes de aterrizaje de las aeronaves Cessna 414, de manera que se pueda llevar un control de los tiempos de vida útil y de esta manera poder identificar posibles fallas en los materiales, o procesos de mantenimiento deficientes.

#### REC. 02-202020-2

Revisar y mejorar el programa de mantenimiento, para que este asegure la realización de una inspección detallada después de un servicio, con el fin de prevenir incorrectos procedimientos de mantenimiento o de inspección, especialmente en lo que concierne a:

- Remoción e instalación de componentes en los trenes de aterrizaje.
- Estándares para efectuar inspecciones visuales con inspección requerida RII para los procedimientos de remoción e instalación de los trenes de aterrizaje.
- Estándares para determinar la vida útil de componentes tales como “bellcrank assy” para este tipo de trenes de aterrizaje.

#### REC. 03-202020-2

Crear un procedimiento de aplicación de Pruebas no Destructivas (Corrientes Eddy) para este tipo de componentes “bellcrank assy” identificadas con P/N 5041001-1; de esta manera se logra tener un mayor control de su desgaste y posibles daños ocultos producidos durante la operación de la aeronave.

### A LA AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA

#### REC. 04-202020-2

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 que utilizan aeronaves Cessna 414 y tipos similares del fabricante Cessna, para que apliquen las recomendaciones, según sea pertinente, y se tenga en cuenta dicho informe para mejorar los sistemas de Gestión de Seguridad Operacional.

## GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

[investigacion.accide@aerocivil.gov.co](mailto:investigacion.accide@aerocivil.gov.co)

Tel. +(571) 2963186

Bogotá D.C. - Colombia



Grupo de Investigación de Accidentes

**GRIAA**

GSAN-4.5-12-053



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL