



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

5001 - 173



Libertad y Orden



Grupo de Investigación de  
Accidentes e Incidentes aéreos

# INFORME FINAL ACCIDENTE

**COL-15-14-GIA**

**Falla de motor y seguido acuatizaje en el río Vaupés**

**Cessna TU206G, Matrícula HK2327**

**20 de Marzo de 2015**

**Puerto Corroncho, Vaupés – Colombia**



## ADVERTENCIA

**El presente informe es un documento que refleja los resultados de la investigación técnica adelantada por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en relación con las circunstancias en que se produjeron los eventos objeto de la misma, con causas y consecuencias.**

**De conformidad con los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) Parte Octava y el Anexo 13 de OACI, “El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de ésta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”. Las recomendaciones de seguridad operacional no tienen el propósito de generar presunción de culpa o responsabilidad.**

**Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe Final para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes e incidentes aéreos asociados a la causa establecida, puede derivar en conclusiones o interpretaciones erróneas.**

## SIGLAS

<b>CVR</b>	Registrador de voz de cabina
<b>DURG</b>	Después de la Última Reparación General
<b>FDR</b>	Registrador de datos de vuelo
<b>GLS</b>	Galones
<b>GRIAA</b>	Grupo Investigación de Accidentes
<b>HL</b>	Hora Local Colombiana
<b>KGS</b>	Kilogramos
<b>KT</b>	Nudos
<b>LBS</b>	Libras
<b>NM</b>	Millas Náuticas
<b>NTSB</b>	National Transportation Safety Board
<b>RPM</b>	Revoluciones por minutos
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Internacional
<b>SKMU</b>	Indicador de lugar OACI aeródromo Fabio León Bentley - Mitú, Vaupés
<b>SKVV</b>	Indicador de lugar OACI aeródromo Vanguardia – Villavicencio, Meta
<b>UTC</b>	Tiempo Universal Coordinado (Uso horario Colombia -5hrs)
<b>VMC</b>	Condiciones Meteorológicas Visuales
<b>9AK</b>	Indicador de lugar IATA aeródromo San José de Cananarí

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Cessna TU206G
<b>Fecha y hora del Accidente:</b>	20 de Marzo de 2015, 13:01HL (18:01UTC)
<b>Lugar del Accidente:</b>	Río Vaupés, Puerto Corroncho – Mitú Departamento de Vaupés - Colombia
<b>Tipo de Operación:</b>	Transporte Aéreo No Regular de Pasajeros Taxi Aéreo
<b>Propietario:</b>	Luis Eduardo Burgos Escandón
<b>Explotador:</b>	Aerolíneas Llaneras - ARALL LTDA
<b>Personas a bordo:</b>	01 Piloto, 03 Pasajeros

## Resumen

Fue programado un vuelo de transporte no regular de pasajeros (taxi aéreo) entre la ciudad de Mitú – Vaupés y el caserío indígena de San José de Cananarí – Vaupés con 01 piloto y 03 pasajeros a bordo. Durante la fase de despegue, después de diez (10) minutos de vuelo, se presentó pérdida de potencia en el motor y el piloto decidió realizar un acuatizaje de emergencia en el río Vaupés.

Durante la maniobra, la aeronave se sumergió y el piloto y un pasajero evacuaron la aeronave por sus propios medios con lesiones menores. Los dos (2) ocupantes restantes sufrieron lesiones mortales al no lograr abandonar la aeronave.

El accidente se configuró a las 13:01HL (18:01UTC) en condiciones meteorológicas visuales (VMC) y luz de día.

La investigación determinó como factores contribuyentes al accidente:

- La pérdida de potencia durante la fase de ascenso a consecuencia del malfuncionamiento del turbo cargador por ingestión de fragmentos de una guía de válvula de escape.
- Operación del motor bajo regímenes prolongados de mezcla pobre.
- Deficiencias en la ejecución de procedimientos de seguridad en cabina durante las fase de pre vuelo y fase de emergencia a los ocupantes.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1 Antecedentes de vuelo

El día 20 de marzo de 2015 la aeronave de transporte aéreo no regular de pasajeros fue programada por la Dirección de Operaciones de la compañía, para efectuar un vuelo desde el aeródromo Fabio León Bentley (OACI: SKMU) de la Ciudad de Mitú (Vaupés) a la Comunidad Indígena de San José de Cananarí (IATA: 9AK - Vaupés) con el fin de transportar tres (3) pasajeros.

La aeronave se encontraba establecida en la base principal de la compañía en el aeródromo Vanguardia (OACI: SKVV) de la ciudad de Villavicencio (Meta), en donde se programó el vuelo hacia el aeródromo SKMU con un piloto a bordo sin pasajeros. Adicional la aeronave fue abastecida con 110Galones de combustible.

A las 09:36HL (14:36UTC), la aeronave despegó de SKVV por la pista 05 e inició su ruta hacia SKMU donde arribó a las 11:43HL (16:43UTC) sin novedad.

Una vez establecido en SKMU, a las 12:09HL (17:09UTC), el piloto presentó el plan de vuelo VFR hacia la comunidad de San José de Cananarí con una altitud de 4500pies, un estimado en ruta de 30 minutos, con hora salida estimada a las 12:15HL (17:15UTC), con cuatro (4) ocupantes a bordo, entre ellos el piloto y 70Gls de combustible.

Piloto y pasajeros abordaron la aeronave con 44Lbs de carga, y siendo las 12:46HL (17:46UTC), la aeronave realizó el despegue por la pista 20. En el ascenso inicial, no se presentaron condiciones anormales de operación y la aeronave describió un ascenso de aproximadamente 100ft/min.

Encontrándose a 10NM aproximadamente de SKMU con 2800pies de altitud, con reducción de potencia de ascenso, el piloto notó que el indicador de presión de admisión (manifold) comenzó a fluctuar. Ante esta situación, a las 12:56HL (17:56UTC), el piloto solicitó a la Torre de control SKMU regresar.

El piloto notó que la presión momentáneamente tendía a normalizarse con indicaciones de RPM y presión de combustible normal, sin embargo, la indicación de presión se redujo hasta las 18pulgadas. La aeronave comenzó a perder altura gradualmente a una tasa de 100ft/min siendo infructuosos los procedimientos del piloto para tratar de ganar potencia.

A las 12:57HL (17:57UTC) el piloto efectuó el llamado a la Torre de control informando encontrarse a 12NM con 2000pies con una exclamación “...estoy en la curva del río, búsqieme...”.

Después del llamado a la torre, al ver que la aeronave continuaba perdiendo altura, el piloto decidió realizar un procedimiento de acuatizaje sobre el cauce del río Vaupés. A las 13:01HL (18:01UTC) configuró la aeronave con un set de flaps y con 75KT redujo la potencia hasta impactar la superficie del río.

Durante la maniobra, la aeronave se detuvo sobre el cauce del río y comenzó a hundirse rápidamente. Dos (2) ocupantes, entre ellos el piloto, lograron abandonar la aeronave posterior al impacto contra la superficie del río y los dos (2) ocupantes restantes, no lograron evacuar la aeronave, pereciendo a consecuencia de la inmersión de la aeronave en el río.

El Grupo de Investigación de Accidentes (GRIAA) fue notificado a las 13:30HK (18:30UTC) por parte del Centro de Control de Villavicencio. De inmediato se inició la investigación y el desplazamiento al sitio del accidente.

Siguiendo los protocolos internacionales de Investigación de Accidentes Aéreos, se realizó la Notificación OACI a la National Transportation Safety Board (NTSB) de los Estados Unidos de América como Estado de fabricación de la aeronave quien asignó un Representante Acreditado que asistió el proceso investigativo que se adelantó respecto a la investigación del presente accidente.

## 1.2 Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
<b>Mortales</b>	-	2	2	-
<b>Graves</b>	-	-	-	-
<b>Leves</b>	1	1	2	-
<b>Ilesos</b>	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	1	3	4	-

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

PARCIALMENTE AFECTADA. A consecuencia del acuatizaje, la aeronave sufrió desprendimiento del cargo pack<sup>1</sup>, abolladuras en la sección frontal ventral de la aeronave, rompimiento de plexi frontal y abolladuras generalizadas en la sección lateral derecha.

## 1.4 Otros daños

No se presentaron.

<sup>1</sup> Compartimiento ubicado en la parte ventral de la aeronave utilizada para el cargue de equipaje

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	49 Años
<b>Licencia:</b>	Piloto Comercial de Avión (PCA)
<b>Certificado médico:</b>	No. 70199 - Vigente
<b>Equipos volados como piloto:</b>	C206 C172 C182 PA28 DC-3COP
<b>Ultimo chequeo en el equipo:</b>	17 de Febrero de 2015
<b>Total horas de vuelo:</b>	18.000 Horas (De acuerdo a declaración piloto – Sin registrar en Aerocivil)
<b>Total horas en el equipo:</b>	15.000 Horas (De acuerdo a declaración piloto – Sin registrar en Aerocivil)
<b>Horas de vuelo últimos 30 días:</b>	67:00 Horas
<b>Horas de vuelo últimos 3 días:</b>	06:20 Horas

El piloto poseía una licencia de piloto comercial de avión (PCA) expedida el 19 de Abril de 1989 con habilitación a aeronaves monomotores tierra hasta los 5760KGS y habilitación a copiloto de aeronave DC-3.

El curso de tierra en el equipo C206 fue realizado el 10 y 12 de Noviembre 2014 junto con el curso de mercancías peligrosas con resultados satisfactorios. El último entrenamiento de vuelo en el equipo fue realizado el 26 de diciembre de 2014.

## 1.6 Información sobre la aeronave

<b>Marca:</b>	Cessna
<b>Modelo:</b>	TU206G
<b>Serie:</b>	CU-20605102
<b>Matrícula:</b>	HK2327
<b>Certificado aeronavegabilidad:</b>	No. 0004823, Vigente
<b>Certificado de matrícula:</b>	R005749
<b>Fecha último servicio:</b>	03 de Marzo de 2015 – 100Hrs

**Total horas de vuelo:** 3192:34Hrs

La aeronave fue afiliada a Aerolíneas Llaneras - ARALL LTDA el 11 de Noviembre de 2014. Anteriormente la aeronave se encontraba afiliada a la compañía LASER AEREO.

El 21 de Junio de 2013 la aeronave tuvo un vuelo de comprobación por inactividad prolongada de vuelo y cambio de explotador con resultados satisfactorios.

En el año 2011 la aeronave se encontraba afiliada a la compañía SAVIARE LTDA.

Los últimos servicios efectuados a la aeronave fueron:

<b>Fecha</b>	<b>Servicio</b>
10 de Diciembre de 2014	50Hrs
21 de Diciembre de 2014	100Hrs
15 de enero de 2015	150Hrs
17 de febrero de 2015	50Hrs
03 de marzo de 2015	100Hrs

Después del último servicio efectuado el 03 de Marzo de 100Hrs, no hubo anotaciones relevantes por parte del piloto o de los servicios diarios de mantenimiento que hubieran podido ser contributivos al accidente. Después del último servicio, la aeronave voló un total de 33:35Hrs con el mismo piloto.

El peso y balance realizado evidenció un peso total al despegue de 3260Lbs que incluía una carga de 44 libras y 70galones de combustible (440Lbs). El peso bruto máximo operativo para la aeronave Cessna TU206G correspondía a 3600Lbs. El cálculo se encontró dentro de la envolvente operacional para la realización del vuelo.

### **Motor**

**Marca:** Continental

**Modelo:** TSIO-520-M

**Serie:** 520723

**Total horas de vuelo:** 3192:34Hrs

**Total horas D.U.R.G:** 435:15Hrs

**Último Servicio:** 03 de Marzo de 2015 – 100Hrs



El 23 de enero de 2012, el motor fue desmontado para inspección por inactividad prolongada con un total acumulado de 1848:21Horas. En dicha inspección, fueron instalados cilindros, bomba de combustible, filtro de aceite, retenedores de válvulas, balancines, entre otros componentes.

El 20 de Septiembre de 2012 se efectuó remoción e instalación del cilindro no. 1 para realizar el asentamiento de las válvulas.

El 19 de Mayo de 2014, con 908:43Hrs de horas DURG y 2757:04Hrs de horas totales se desmontó el motor por presentar baja presión de aceite y filtración de aceite por los tubos de admisión.

El 09 de Junio de 2014 se efectuó una reparación general del motor quedando DURG 00:00 con 2757:04Hrs de tiempo total.

En dicha reparación general, se reemplazaron varias partes del motor incluida las guías de admisión (P/N65166 P 010) y escape (P/N N636242 P 010) con trazabilidad verificada dentro de la investigación.

Último servicio efectuado al motor fue el 03 de Marzo de 2015 (100Hrs) con un total de 402:00Hrs DURG y 3158:49Hrs de tiempo total.

Dicho motor siempre ha estado instalado en la aeronave HK2327.

## Hélice

<b>Marca:</b>	McCauley
<b>Modelo:</b>	D3A34C402C
<b>Serie:</b>	800305
<b>Total horas de vuelo:</b>	3334:24Hrs
<b>Total horas D.U.R.G:</b>	1344:15Hrs

## 1.7 Información Meteorológica

Las condiciones meteorológicas aplicables a la hora del accidente (18:00UTC), según el reporte emitido por la estación del aeródromo Fabio León Bentley de Mitú (SKMU) correspondía a viento en calma, visibilidad mayor a 10Km, techo de nubes dispersas a 2000pies, temperatura ambiente de 30°C y 23°C de temperatura de rocío, ajuste QNH 29,98InHg.

SKMU 201800Z 00000KT 9999 SCT020 30/23 A2998

Las condiciones meteorológicas no tuvieron incidencia causal en el accidente.

## 1.8 Ayudas para la Navegación

No tuvieron incidencia causal en el accidente.

## 1.9 Comunicaciones

Las comunicaciones entre la aeronave y la torre Mitú se efectuaron en frecuencia 118.1MHz. Dichas comunicaciones se efectuaron en concordancia con la reglamentación vigente sin evidenciarse anomalías en la transmisión y recepción de la información según declaraciones.

El piloto efectuó llamado a la torre informando las intenciones de retornar al aeródromo sin especificar la emergencia. El último llamado efectuado por el piloto a la torre fue “...estoy en la curva del río, búsqieme...”, notificación que ayudó a localización y ubicación final de la aeronave.

Las comunicaciones no tuvieron incidencia en la ocurrencia del accidente.

## 1.10 Información del Aeródromo

Aunque el suceso no ocurrió en jurisdicción de un aeródromo, la operación se realizó desde el aeródromo Fabio León Bentley (SKMU) que sirve a la ciudad de Mitú, Vaupés. Cuenta con una única pista de orientación 02/20 y una dimensión de 1880mts de largo por 30mts de ancho. La aeronave quedó ubicada a 4,69NM con rumbo 213° de la cabecera 02.

## 1.11 Registradores de Vuelo

La aeronave no se encontraba equipada con registradores de datos de vuelo (FDR) o voces de cabina (CVR). Las regulaciones existentes no exigían llevarlos a bordo.

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

Una vez se tuvo conocimiento del accidente, el GRIAA ordenó la remoción de la aeronave para continuar el proceso investigativo. Dicha labor fue realizada por moradores de la zona que lograron ubicar la aeronave que se encontraba sumergida aproximadamente 15mts sobre el lecho del río. La aeronave fue recuperada en su totalidad en 4 días desmontando planta motriz y hélice.

La aeronave se precipitó en las aguas del Río Vaupés a la altura del sitio conocido como Puerto Corroncho en jurisdicción de la ciudad de Mitú, del Departamento de Vaupés. Los restos quedaron sumergidos en el lecho del río a 15mts aproximadamente en coordenadas N01°10'48.9" W070°16'43.6" a 4,69NM con rumbo 033° del aeropuerto SKMU.



*Ubicación final de la aeronave HK2327 respecto al aeródromo SKMU*

La aeronave fue ubicada utilizando una boya y posteriormente izada mediante flotadores para su recuperación. Durante la extracción de la aeronave, se encontró la aeronave en condiciones íntegras sin evidenciar desprendimientos de sus superficies o secciones de potencia.

Así mismo fue encontrada en posición invertida con evidente separación de la sección del cargo pack y relativas abolladuras en la piel del fuselaje de la sección frontal. Así mismo se encontró el rompimiento del plexi frontal derecho. La configuración de flaps se encontró a 15° y las palas de la hélice no exhibieron deformación en sus puntas, típico de un impacto con bajas RPM.

Dentro de las características del impacto de la aeronave contra el cuerpo de agua, se pudo apreciar que toda la sección ventral del cargo pack se encontraba ausente. El impacto contra la superficie del río se describe con un impacto a una baja velocidad y un bajo ángulo.



*Condición final de la aeronave durante el proceso de rescate.*



*Estado final de la aeronave después del rescate*

### **1.13 Información médica y patológica**

No se registraban limitaciones ni condiciones anormales en el certificado médico del piloto que pudieran considerarse contributivos a la ocurrencia del accidente. No hubo indicios de condiciones que indicaran alguna disminución de la aptitud psicofísica del piloto atribuible al accidente. El piloto y ocupante resultaron afectados menormente con lesiones leves en la cabeza y extremidades superiores.

Teniendo en cuenta el entorno en que ocurrió el accidente, los ocupantes que no lograron abandonar la aeronave perecieron a consecuencia de la inmersión de la aeronave sobre las aguas del río Vaupés.

### **1.14 Incendio**

No se presentó incendio.

### 1.15 Aspectos de supervivencia

Ocurrido el accidente, moradores de la zona rescataron los dos ocupantes que lograron salir a flote a través de lanchas. Los ocupantes restantes no pudieron evacuar la aeronave pereciendo dentro de la aeronave por ahogamiento.

La declaración proporcionada por el piloto se confirmó que durante el evento, los dos (2) ocupantes que se encontraban ubicados en la parte trasera usaban cinturón de seguridad. El piloto y el ocupante que se encontraban sentados en la parte delantera no usaban cinturón de seguridad al momento del impacto.

El piloto comentó que una vez la aeronave impactó contra la superficie del río, la ocupante junto a él, que no usaba cinturón, salió expulsado durante el impacto por la ventana frontal. Posteriormente, después de sumergirse la aeronave, el piloto logró abandonarla por la ventanilla delantera hasta alcanzar la superficie.

Los ocupantes que se encontraban en la parte trasera de la aeronave, que utilizaban cinturón de seguridad, no lograron evacuar la aeronave mientras se sumergía en el río, pereciendo por ahogamiento.

Dentro de la investigación adelantada, el piloto comentó en su declaración, que no se realizó el briefing inicial de seguridad a los pasajeros en el prevuelo, ni en el desarrollo de la emergencia.

### 1.16 Ensayos e investigaciones

Con el fin de determinar las causas que provocaron el malfuncionamiento del motor durante el vuelo, se ordenó el envío del motor a inspección post – accidente en un taller autorizado por la Autoridad Aeronáutica.

El 21 de Abril 2015 se realizó la inspección del motor TSIO-520-M instalado en la aeronave HK2327.

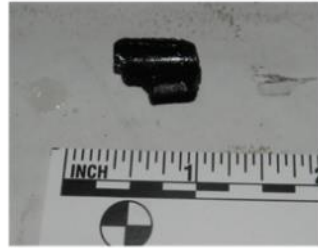
- El motor se encontró con todas sus partes instaladas, sistemas de tubos de salida, exostos, mangueras (aceite y gasolina) con un evidente golpe y abolladura del tubo de exosto. El motor no presentó deformaciones ni golpes o fracturas en su estructura.
- Se inspeccionó el aceite residual el cual presentó contaminación de agua al igual que todo el conjunto de accesorios, filtros y tomas resultaron contaminados con agua y arena.
- Se giró el motor manualmente sin presentar obstrucción o rozamientos comprobando su movimiento interno.

- El flanche del cigüeñal se encontró dentro de los parámetros establecidos por el fabricante.
- El filtro de aceite y tapón del motor no presentaron vestigios de contaminación por limallas metálicas.
- La verificación de los accesorios correspondía a la trazabilidad instalada durante la última reparación general.
- Los accesorios eléctricos (magnetos, arranque, alternador) no dieron indicaciones de chispa y electricidad debido a la interacción de los mismos con el agua.
- Los accesorios mecánicos (bomba de combustible, distribuidor, control e inyectores) se encontraron funcionando normalmente.
- El turbo cargador Kelly Aerospace (P/N: 406610-5 – S/N: NHR00020) presentó atoramiento y rozamiento con la carcasa en la parte fría del turbo indicando que una falla interna de este elemento.
- Al inspeccionar el turbo cargador, se comprobó que presentaba rotura y separación de conjunto de la rueda de turbina al conjunto de rueda de compresor.
- El turbo correspondía al ordenado por el fabricante.
- Al inspeccionar las secciones internas del turbo, se encontró un fragmento de acero ovalado de aproximadamente 2cm de largo por 1cm de ancho el cual estaba alojado dentro de la carcasa de la sección de turbina.
- La sección del compresor se encontró deformada debido al rozamiento que produjo los álabes del compresor.
- El eje de la rueda de turbina se fracturó por la parte más delgada producto de la parada súbita producida por el fragmento de acero al sistema.





*Condición del Turbo Cargador*



*Elemento incrustado en el turbo cargador*

6



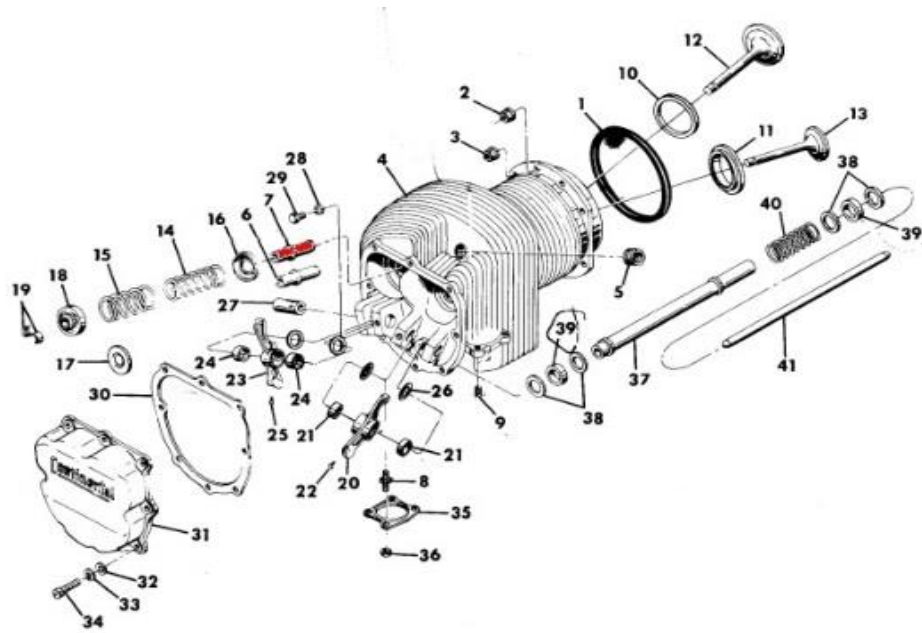
*Rueda de turbina*



*Rueda compresora*

*Elementos inspeccionados del Trubocargador*

- El cárter de aceite se inspeccionó, sin evidenciar golpes ni daños. Los residuos de aceite no revelaron limallas metálicas.
- Durante la inspección de los cilindros, todos se encontraron ensamblados adecuadamente sin presentar golpes o roturas correspondiendo al modelo requerido para el motor.
- Al inspeccionar las válvulas de los cilindros, se pudo evidenciar que el cilindro No. 1, Serie L133, presentaba rotura en la parte inferior de la guía de escape (P/N 636242).
- Al comparar los fragmentos de acero recuperados del turbo, se constató que pertenecían a la sección de la guía de escape faltante en el cilindro No. 1.



*Ubicación de la Guía de válvula de escape P/N 636242 (color rojo – Pieza No. 7)*

- La sección de potencia se encontró en buenas condiciones sin daños visuales en sus componentes internos.
- La bomba de aceite se encontró operando normalmente.

Como conclusiones de la inspección, se comprobó:

- Rotura de la guía de válvula de escape P/N 636242 perteneciente al cilindro No. 1.
- Daño interno del turbo cargador ocasionado por el ingreso de fragmentos de la guía de válvula.
- Falla en la operación del motor por pérdida de potencia debido a los daños descritos en el cilindro y turbo cargador.

### 1.17 Información sobre organización y gestión

La compañía Aerolíneas Llaneras ARALL LTDA es una compañía de transporte aéreo no regular de pasajeros en la modalidad de taxi aéreo con permiso de operación vigente hasta el 18 de Julio de 2019. Su base principal de operación se encuentra ubicada en el aeropuerto Vanguardia (SKVV) de la Ciudad de Villavicencio. Tiene autorizado equipos de aviones monomotores a pistón hasta 5.670kgs y DC-3



## 1.18 Información adicional

### 1.18.1 Funcionamiento del turbo cargador

Un turbo cargador es un componente importante en los motores que facilita el aumento artificial de la presión de admisión del motor, con el fin de mantener un régimen de potencia adecuada en altura, ya que allí, las condiciones de presión atmosférica se ven reducidas significativamente. En otras palabras, el turbo cargador aumenta la presión de admisión en los cilindros para introducir más carga al motor y aumentar así la potencia.

Este componente utiliza la energía de los gases de escape para moverse y mantener la carga de admisión de aire al motor. La presión de admisión (manifold pressure) es la medida que será indicada al piloto para determinar la cantidad de presión que ingresa al colector de admisión del cilindro del motor. El turbo cargador está compuesto por dos elementos, la sección de admisión, compuesta por la rueda compresora, y la sección de escape, compuesta por la rueda de turbina en el interior. La rueda compresora y la rueda de turbina se encuentran unidas por un eje que permite el giro a la misma velocidad.

Por la sección de escape atraviesan los gases provenientes del módulo salida de gases del cilindro del motor, situación que hace girar la turbina para expandir los gases de escape, y moviendo a través del mismo eje a la rueda compresora. Al aumentar la presión del aire de ambiente que entra a la sección de admisión, se aumenta también su temperatura, por lo que antes de ser enviado al cilindro debe ser enfriado a través de un radiador (enfriador) y posteriormente al módulo de admisión del cilindro.

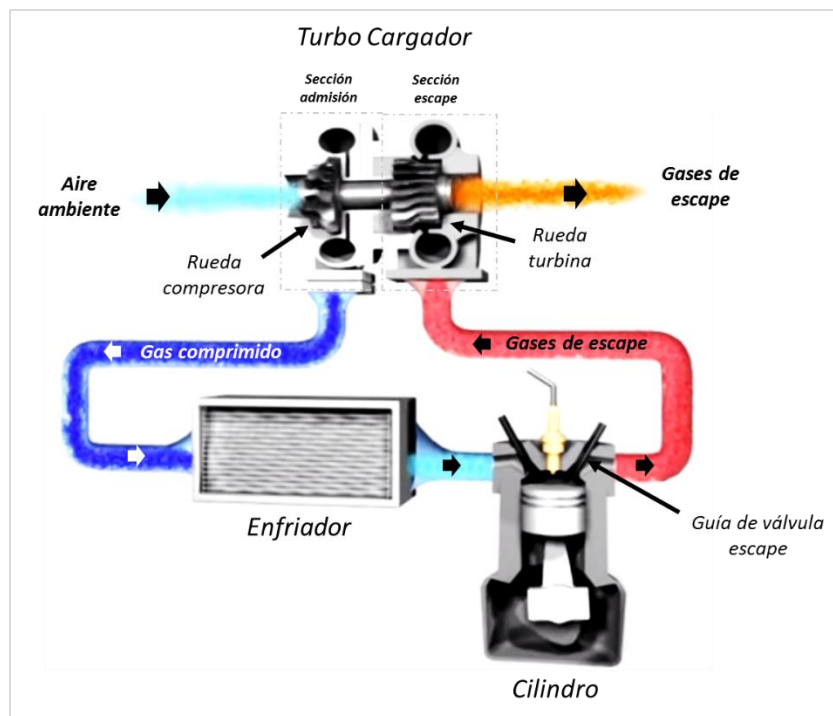


Diagrama de funcionamiento de un turbo cargador

### 1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces

Se utilizaron las técnicas de investigación descritas en el Documento 9756 en su parte III de la Organización de Aviación Civil Internacional.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Procedimientos operacionales

El piloto de la aeronave era apto para la realización del vuelo. Dentro de los procedimientos propios del vuelo, una vez se presentaron las indicaciones de fluctuación del indicador de presión de admisión (manifold), el piloto tomó una buena decisión al tratar de retornar. El hecho de tratar de continuar el vuelo podría haber producido un arborizaje de emergencia con consecuencias de daños y fatalidades mayores.

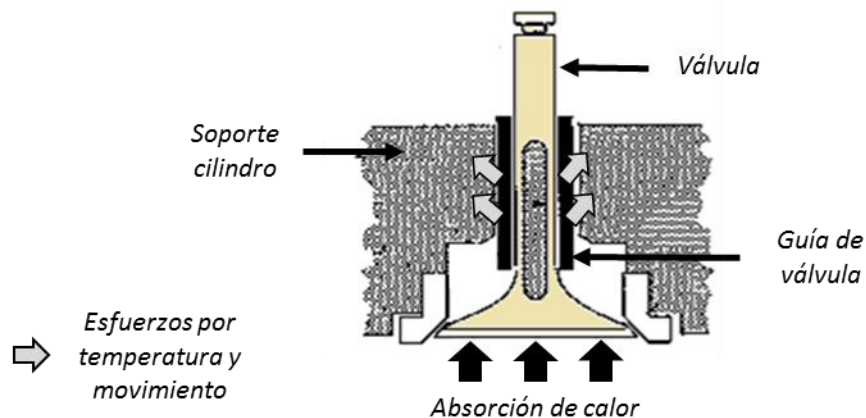
La falla de indicación de presión de admisión fue asimilada por el piloto adecuadamente y éste la relacionó directamente con un malfuncionamiento del turbo cargador.

Teniendo en cuenta las declaraciones aportadas, la técnica que utilizó para configurar la aeronave para el acuatizaje fue apropiada, con una velocidad y configuración de flaps adecuada, sin embargo, los trenes de aterrizaje y el cargo pack instalado proporcionó un punto de desaceleración que generó lesiones en los ocupantes.

Si hubiese existido un buen briefing de seguridad a los pasajeros en el prevuelo y cuando ocurrió la emergencia, acerca del uso de los cinturones de seguridad y los procedimientos de evacuación, la maniobra pudiera haber sido satisfactoria sin producirse fatalidades.

### 2.2 Mecanismo de falla

El origen de malfuncionamiento o falla de la guía de válvula fue estudiado dentro del proceso investigativo. La función de la guía de válvula es mantener el eje geométrico del cuerpo de la válvula durante sus ciclos de apertura y cierre. Al interactuar directamente con la válvula, se genera una serie de esfuerzos relacionados por la absorción de calor de la válvula y esfuerzos derivados de movimiento propio de apertura y cierre.



*Entorno de funcionamiento de la guía de válvula de escape*

Dentro de las posibles hipótesis de falla de una guía de válvula de escape se encuentran:

**1. Error de instalación, al colocar la guía de válvula de admisión en la de escape.**

Es probable que dentro del ensamble del componente se haya instalado una guía perteneciente a la guía de válvula de admisión. Esta hipótesis fue descartada dentro de la investigación, ya que fue comprobado que durante la instalación que fue utilizada la guía de válvula de escape pertenece al parte número que debe ser instalado para este tipo de motores. Al existir un error de instalación, esta situación sería evidente ya que la válvula de admisión tiene dimensiones más cortas que la válvula de escape que tiene mayor longitud.

**2. Demasiada holgura o fricción de la pieza con el cuerpo de la válvula.**

Esta hipótesis fue tenida en cuenta dentro del mecanismo de falla de la guía de válvula. Las holguras dentro de la operación pueden generar vibraciones en la pieza, que en su interacción con la apertura y cierre de la válvula pueden llegar a generar falla del material por excesiva vibración. En caso contrario, si hubiese excesiva fricción, las altas temperaturas podrían generar la fractura del material, evidenciado en una operación defectuosa de la válvula. La hipótesis fue descartada al encontrar dentro de la inspección del motor, que la parte faltante que se encontraba aún instalada, no evidencia holguras ni excesiva fricción dentro del cuerpo de la válvula.

**3. Desperfectos del material**

Es probable que el material utilizado haya tenido una composición granulométrica deficiente en su fabricación conllevando a una fatiga gradual durante la operación hasta presentarse la falla.

**4. Operación del motor no estándar**

El ajuste de la mezcla es un procedimiento regular que deben realizar los pilotos para mantener condiciones de operatividad estándar de las plantas motrices y mantener un régimen económico del combustible. Las temperaturas de cámara de combustión generalmente rondan los 550°C, las mezclas pobres durante la operación permiten que las temperaturas asciendan. Un desajuste en la mezcla, lo que provoca siempre es un reducción de la potencia, si es demasiado pobre, podrían quemarse las válvulas, si es demasiado rica el consumo de combustible sería excesivo.

Cuando empobrecemos la mezcla, el funcionamiento irregular del motor es causado por la ausencia de explosión debido a una mezcla pobre de aire-combustible que no puede combustionar. Esta irregularidad de funcionamiento, se elimina enriqueciendo ligeramente la mezcla hasta que el motor funciona regularmente.

Los regímenes de operación del motor que no son ajustados adecuadamente conllevan a generar daños en las válvulas por temperatura que pueden desencadenar las fallas de las guías de válvula de escape. Es muy probable que el tipo de operación de ajuste de mezcla en el motor haya contribuido progresivamente a fatigar el material que normalmente en la operación se mantiene cambiando abruptamente la temperatura.

## 2.3 Secuencia de eventos

Al recopilar todos los hallazgos y evidencias dentro del proceso investigativo, el accidente se gesta como producto de la siguiente secuencia de eventos:

### Evento No. 1

Al iniciar la operación y abordar los pasajeros, los procedimientos pre-vuelo no fueron realizados satisfactoriamente. Este evento lo describe un hallazgo relacionado con la carencia de un briefing por parte del piloto a los pasajeros en lo relacionado a los procedimientos de emergencia y evacuación.

La razón por la que se gesta este evento está ampliamente relacionada con una falencia organizacional descrita en el incumplimiento de las políticas de seguridad establecidas por la compañía. Así mismo, se evidencia una permisividad que está relacionada con superponer el cumplimiento de la operación sobre la evaluación de la seguridad de las operaciones.

### Evento No. 2

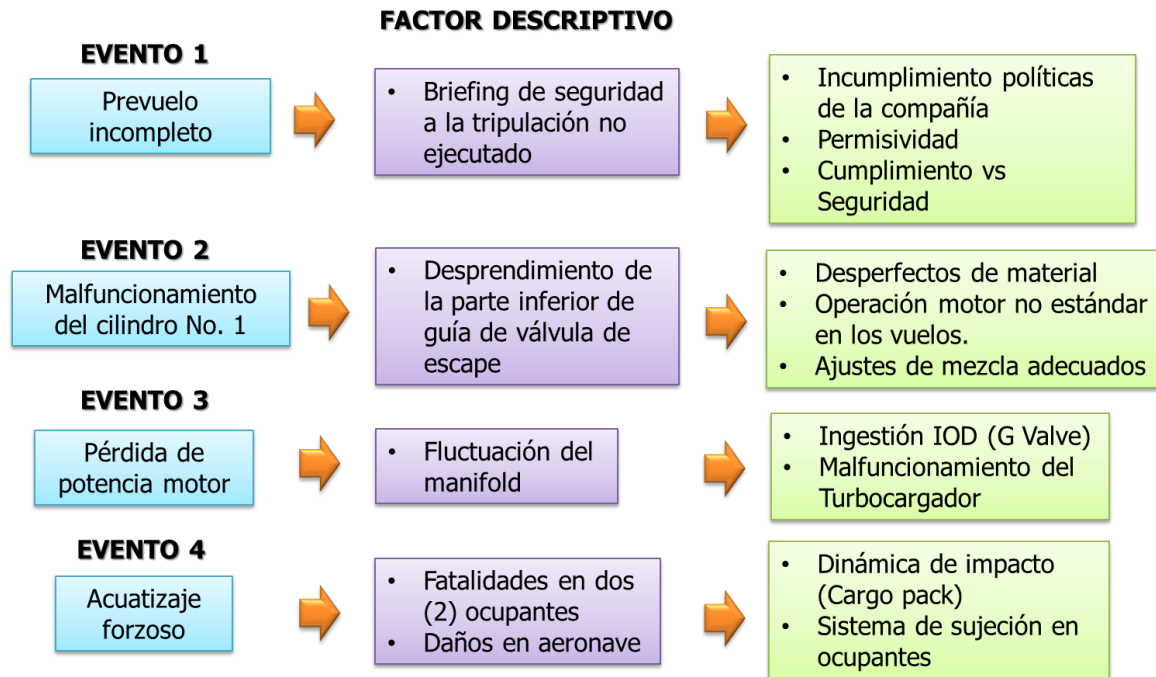
Ante la condición latente descrita en el evento No. 1, después de despegar, ocurre el malfuncionamiento del cilindro No. 1. Este evento fue el resultado del desprendimiento de la guía de válvula de escape. Este desprendimiento del componente, de acuerdo a investigaciones e hipótesis, fue producto de desperfectos en el material y la frecuente operación no adecuada del motor, en lo relacionado al ajuste de la mezcla. La continua operación bajo altas temperaturas pudo conllevar a debilitar el material hasta producirse la falla.

### Evento No. 3

Después de la condición interna de desprendimiento de la guía de válvula, se produjo la pérdida de potencia del motor. Este evento se describió con la fluctuación del indicador de presión de admisión que fue identificada por el piloto, y que se relacionaba con la ingestión en el turbo de la sección de la guía de válvula que provocó el malfuncionamiento del turbo – cargador y la imposibilidad de generar rendimiento de admisión del aire en todo el motor.

### Evento No. 4

Al presentarse la pérdida de potencia, el piloto opta por realizar un acuatizaje forzoso y en el evento, se produce el deceso de dos ocupantes y daños en la aeronave.



*Análisis por secuencia de eventos – Accidente HK2327*

### 3. CONCLUSIÓN

Las conclusiones, hallazgos y causas establecidas en el presente informe fueron desarrolladas de acuerdo a todas las evidencias factuales y al compendio de análisis dentro del proceso investigativo. No deben ser leídas con el ánimo de determinar o direccionar la culpabilidad o responsabilidad de ninguna organización o individuo en particular; y el orden en que están expuestos los factores tampoco representan jerarquía o nivel de importancia. La presente investigación es de carácter netamente técnico con el único fin de prevenir futuros accidentes.

#### 3.1 Conclusiones

El piloto contaba con sus licencias y certificados médicos aptos para el desarrollo del vuelo

La aeronave se encontraba aeronavegable y cumplía los requisitos establecidos por la autoridad aeronáutica para desarrollar el vuelo.

La aeronave fue programada para realizar vuelo de transporte aéreo no regular de pasajeros.

Durante el prevuelo, no se realizó un briefing de seguridad para los pasajeros.

No se evidenciaron reportes de malfuncionamiento previo en el motor o la aeronave.

Durante el despegue la aeronave presentó indicaciones de fluctuación del indicador de presión de admisión (manifold).

El piloto decidió realizar un acuatizaje de emergencia en el río Vaupés. En la maniobra se produjo el deceso de los dos ocupantes ubicados en la parte trasera de la aeronave.

Los dos (2) ocupantes ubicados en la parte trasera de la aeronave, contaban con sistema de sujeción (cinturón), sin embargo no lograron evacuar la aeronave imposibilitando su supervivencia.

La aeronave fue recuperada de las aguas del río Vaupés para inspección post accidente del motor.

La inspección realizada al motor reveló la ingestión en el turbo – cargador de una sección de la guía de válvula de escape (P/N 636242) del cilindro No. 1.

La guía de válvula fue instalada en la última reparación general del motor. La guía contaba con su trazabilidad y correspondía a la ordenada por el fabricante para su instalación.

Es probable que la guía de válvula de escape haya fallado por fatiga de cíclica de temperatura a consecuencia de operaciones no acordes con las establecidas por el fabricante en lo relacionado al ajuste y optimización de la mezcla.

### 3.2 Factores contribuyentes

Pérdida de potencia durante la fase de ascenso a consecuencia del malfuncionamiento del turbo cargador por la ingestión de una sección de la guía de válvula de escape P/N 636242 del cilindro No. 1.

Operación del motor durante los vuelos, bajo regímenes prolongados de mezcla pobre.

Deficiencias en la ejecución de procedimientos de seguridad en cabina durante las fase de pre vuelo y fase de emergencia a los ocupantes.

#### **Taxonomía OACI**

Falla/malfuncionamiento de componente motor (SCF-PP).



## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### A LA COMPAÑÍA AEROLÍNEAS LLANERAS – ARALL LTDA

#### REC. 01-201514-1

Para que a través de la Dirección de Seguridad Operacional de la compañía, diseñe e implemente en el Manual General de Operaciones, políticas y procedimientos obligatorios del personal de pilotos para la realización detallada del briefing a los pasajeros, enfatizando los procedimientos en caso de emergencia, utilización del cinturón de seguridad y procedimientos de evacuación de la aeronave. Esta recomendación deberá ser ejecutada con un plazo 60 días a partir de la publicación de la presente investigación.

#### REC. 02-201514-1

Ante la probable causa raíz relacionada con operaciones regulares de la planta motriz bajo regímenes de mezcla muy pobre durante los vuelos, se recomienda que la compañía a través de la Dirección de Operaciones establezca políticas estrictas respecto a los consumos de combustible de los equipos e incluir dentro de su programa de entrenamiento interno, capacitaciones relacionadas con la correcta operación y ajuste de las plantas de potencia de acuerdo a lo establecido por el manual del fabricante con el fin de mantener una confiabilidad en los componentes del motor y evitar la falla de componentes internos que puedan afectar el funcionamiento óptimo del motor.

Esta recomendación deberá ser ejecutada con un plazo 60 días a partir de la publicación de la presente investigación.

Este informe final se finalizó a los 11 días del mes de Marzo de 2016

**Coronel GUSTAVO ADOLFO IRIARTE**

Coordinador Grupo Investigación de Accidentes  
Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil



**Grupo de Investigación de Accidentes & Incidentes**  
**Av. Eldorado No. 103 – 23, OFC 203**  
**[investigación.accide@aerocivil.gov.co](mailto:investigación.accide@aerocivil.gov.co)**  
**Tel. +57 1 2962035**  
**Bogotá D.C - Colombia**