



**AERONÁUTICA CIVIL**  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

5001 - 173



Libertad y Orden

GRIAA



Grupo de Investigación de  
Accidentes e Incidentes aéreos

# INFORME FINAL ACCIDENTE

**COL-14-10-GIA**

**Colisión contra terreno montañoso**

**Piper 31, Matrícula C-GSVM**

**03 de Mayo de 2014**

**Municipio de Coromoro, Santander – 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

APP BGA	Dependencia ATS de Aproximación Bucaramanga
CFIT	Vuelo Controlado contra el Terreno
CRM	Gestión de Recursos de Cabina
ELT	Equipo Localizador Transmisor de Emergencia
FONADE	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo
GRIAA	Grupo de Investigación de Accidentes Aéreos (Colombia)
IMC	Condiciones Meteorológicas Instrumentales
NM	Millas Náuticas
NTSB	National Transportation Safety Board (Estados Unidos de América)
S	Sur
SKBG	Aeródromo Palonegro, Ciudad de Bucaramanga, Santander
SKGY	Aeródromo Guaymaral, Municipio de Chía, Cundinamarca
TSB	Transportation Safety Board (Canada)
VFR	Reglas de vuelo visual
VOR BGA	Radiofaro VHF Omnidireccional de Bucaramanga
UTC	Tiempo Coordinado Universal

## SINOPSIS

<b>Aeronave:</b>	Piper 31 - Navajo
<b>Fecha y hora del Accidente:</b>	03 de Mayo de 2014, 15:23UTC <sup>1</sup>
<b>Lugar del Accidente:</b>	Cuchilla El Portachuelo, Municipio de Coromoro Departamento de Santander – Colombia
<b>Coordenadas:</b>	N06°16'06.2" W072°53'21.4"
<b>Tipo de Operación:</b>	Trabajos Aéreos Especiales – Exploración geofísica
<b>Propietario:</b>	Brucelandair International
<b>Explotador:</b>	Brucelandair International
<b>Personas a bordo:</b>	01 Piloto – 01 Técnico operador <sup>2</sup>

## Resumen

Siendo las 13:04UTC del 03 de Mayo de 2014, la aeronave PA31 de matrícula C-GSVM operada por la compañía Brucelandair decoló del aeropuerto Palonegro (SKBG) que sirve a la Ciudad de Bucaramanga, en cumplimiento de un vuelo de reconocimiento geofísico<sup>3</sup> bajo reglas de vuelo visuales VFR. Aproximadamente a las 15:00UTC, el piloto se comunicó con APP BGA solicitando sobrevolar cerca al aeropuerto SKBG con rumbo 160°. Posterior a esta última comunicación, a las 15:49UTC se efectuaron varios llamados a la aeronave C-GSVM sin obtener respuesta. Inmediatamente se inició la fase de búsqueda de la aeronave ante la activación del ELT.

A las 12:15UTC del día 05 de mayo, la aeronave es localizada en un terreno montañoso elevado perteneciente a la Cuchilla El Portachuelo a 53NM radial 161 al Sur de SKBG, totalmente destruida, sin sobrevivientes, y con evidencias de fuego post-impacto.

La investigación concluyó que el accidente se produjo por el ingreso de la aeronave en condiciones de baja visibilidad que limitaron la operación visual y desencadenaron en un vuelo controlado contra el terreno (CFIT).

---

<sup>1</sup> Todas las horas expresadas en el siguiente informe corresponden al Tiempo Coordinado Universal (UTC). La Hora Local (HL) Colombiana corresponderá a UTC -5Hrs. Ejemplo: las 15:00UTC = 10:00HL

<sup>2</sup>Persona designada para la utilización, control y monitoreo de los equipos a bordo relacionados con las labores de exploración geofísica. Se dará mención al mismo como "técnico operador a bordo" durante todo el informe.

<sup>3</sup> Levantamiento digital aerotransportado de espectrometría Gamma y Magnetometría de alta sensibilidad.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1 Antecedentes de vuelo

a las 10:30UTC El día 03 de Mayo de 2014, el piloto y el técnico operador asignados a la aeronave C-GSVM iniciaron sus labores rutinarias en un hotel local en la ciudad de Bucaramanga, ubicada a 3,5NM del aeropuerto Palonegro SKBG. Posteriormente, se dirigieron hacia el aeropuerto en compañía de otros dos tripulantes (Piloto y Técnico operador) quienes tenían asignada la aeronave C-GPVN.

El personal arribó al aeropuerto aproximadamente a las 11:00UTC y a las 11:04UTC presentaron el plan de vuelo VFR hacia el S del VOR BGA con una hora estimada de salida a las 12:29UTC y un nivel de vuelo de 8500pies, un estimado de tiempo de vuelo de 05:30hrs, autonomía de 07:00hrs y dos ocupantes a bordo (Piloto y Técnico experto en la operación de equipos especiales de exploración geofísica).

El vuelo consistía en continuar el levantamiento geológico en la Región de Santanderes<sup>4</sup> de magnetometría<sup>5</sup> y gammaespectrometría<sup>6</sup> en cumplimiento de un proyecto<sup>7</sup> nacional para el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo – FONADE para completar un área total de 33.614m<sup>2</sup>.

Los vuelos debían realizarse a baja altura manteniendo rumbos de vuelo de 160° y contrarumbos de 340° para cumplir con el reconocimiento de la zona en tramos de longitudes de aproximadamente 60 y 70NM espaciados a una longitud de 0,3NM.

Siendo las 12:54UTC, la Torre Bucaramanga (TWR BGA) recibió el primer llamado en tierra de la aeronave C-GSVM. La aeronave fue autorizada para rodar a la pista 35 y a las 13:04UTC efectuó el despegue sin novedad.

Posterior al despegue, la aeronave se dirigió hacia el sur del área manteniendo contacto con la dependencia de aproximación Bucaramanga (APP BGA) donde reportó la información de vuelo.

A las 15:00UTC, el piloto solicitó sobrevolar cerca al aeropuerto BGA con rumbo 160°, maniobra que le fue autorizada. Posterior a esta última comunicación, no se recibió ninguna notificación posterior por parte de la aeronave C-GSVM.

A las 16:00UTC, la dependencia APP BGA continuó efectuando varios llamados a la aeronave sin resultados satisfactorios. En comunicación con el personal de la compañía

---

<sup>4</sup> Autorización vuelo 00010797004859A8 Aeronáutica Civil de Colombia.

<sup>5</sup> Magnetometría. Técnica utilizada para detectar yacimientos de minerales de hierro (magnetita).

<sup>6</sup> Gamaespectrometría. Técnica utilizada para localizar y trazar emisiones radioactivas naturales de rayos gamma. Las mediciones de estos parámetros proporcionan información sobre la concentración de Potasio, Torio y Uranio en rocas y suelos en la superficie de la tierra, herramienta fundamental para el estudio del comportamiento geoquímico de un área o región.

<sup>7</sup> Proyecto OPC 034-2013 "Levantamiento aerotrasportado de magnetometría y gammaespectrometría en Colombia en las Regiones Andina, Caribe y Amazónica"

BRUCELANDAIR, quien realizaba seguimiento satelital a la aeronave, notificó que el último reporte emitido por la aeronave fue a las 15:23UTC en las coordenadas N06°16'50"W072°54'56'. A las 17:01UTC la dependencia APP BGA emitió el mensaje de DETRESFA.

Se inició el proceso de búsqueda de la aeronave, teniendo en cuenta las últimas coordenadas reportadas por la compañía que se localizaban en jurisdicción de las poblaciones de Coromoro y Onzaga – Santander a 54NM, radial 170 de BGA.

Durante el transcurso del día, varias aeronaves civiles y militares sobrevolaron la zona y reportaron la indicación sonora de la baliza de emergencia ELT en frecuencia 121.5MHz, sin embargo, aunque existió señal audible, la aeronave no logró ser localizada por las condiciones topográficas y meteorológicas reinantes en la zona.

Al día siguiente, 04 de mayo de 2014, aeronaves especiales de la Fuerza Aérea Colombiana continuaron efectuando la búsqueda de la aeronave en la zona sin tener resultados satisfactorios de avistamiento debido a la abundante formación nubosa en la ladera montañosa.

El día 05 de mayo de 2014, siendo las 11:45UTC, se recibió un reporte de un testigo en la zona que informó haber escuchado una fuerte explosión. El testigo proporcionó una estimación de la posible ubicación de la aeronave, dando como referencia la “Laguna Lequera” que pertenece a la Cuchilla El Portachuelo. De inmediato, se transmitió desde tierra a las aeronaves que se encontraban sobrevolando en la zona para suministrar el punto de referencia dado por el testigo, y siendo aproximadamente 12:15UTC, la aeronave es localizada en las coordenadas N06°16'06.2" W72°53'21.4" totalmente destruida con evidencias de fuego post-impacto.

A las 16:30UTC, la Fuerza Aérea Colombiana envió personal especializado al lugar del accidente para explorar la situación de orden público en la zona y las facilidades de acceso para la ejecución de la investigación de campo. En la operación de exploración inicial se confirmó el deceso de los dos (2) ocupantes y se realizó la extracción de los mismos como la obtención preliminar de evidencias, coordinadas previamente con el Grupo de investigación de accidentes – GRIAA.

El GRIAA fue notificado del accidente el día 03 de Mayo de 2014 a las 17:10UTC por parte de un Inspector de Seguridad Aérea de la Regional de Norte de Santander.

Una vez fue coordinada la búsqueda, ubicación de restos y situación de orden público, se organizó el desplazamiento de tres (3) investigadores que inicialmente se desplazaron el mismo día del accidente hacia la Ciudad de Bucaramanga – Santander.

De acuerdo a los protocolos normativos internacionales de OACI Anexo 13, se notificó el evento a la National Transportation Safety Board – NTSB como Estado de Fabricación de la aeronave y a la Transportation Safety Board – TSB como Estado de Matrícula. Fueron asignados Representantes Acreditados para la organización y desarrollo de la investigación.



Ubicación de la zona geográfica del accidente aéreo. La zona en amarillo correspondía a la zona programada para los trabajos de exploración. Fotografía satelital cortesía Google Earth©.

## 1.2 Lesiones personales

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

### 1.2.1 Nacionalidad de los ocupantes

El piloto y el pasajero (Técnico operativo de los equipos) eran ciudadanos Canadienses.

## 1.3 Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó totalmente destruida por las fuerzas de impacto contra el terreno y fuego post impacto.

## 1.4 Otros daños

Daños menores al ambiente y vegetación circundante por el fuego post-accidente.

## 1.5 Información personal

### Piloto

<b>Edad:</b>	52 Años
<b>Nacionalidad:</b>	Canadiense
<b>Certificado médico:</b>	02 de Enero de 2014, vigente
<b>Ultimo chequeo en el equipo:</b>	04 de Marzo de 2014
<b>Total horas de vuelo:</b>	4000Hrs totales. 1400Hrs aprox. en vuelos de exploración

El piloto era portador de la licencia de piloto comercial de ala rotatoria (Canadiense), licencia de piloto comercial de aeronaves de ala fija, multimotor con habilitación instrumentos (Canadiense), licencia como ingeniero de mantenimiento de aeronaves M1, M2 (Canadiense), licencia como estructurista, licencia en plantas motrices (Americana) y licencia de piloto comercial de avión (Americana).

En Abril de 1990 estudio piloto comercial y en el año 1982 estudió ingeniería de mantenimiento aeronáutico. Poseía un total de 4000 horas totales de vuelo dentro de las cuales 1300 horas fueron en aeronaves anfibia, 1600 en aeronaves multimotores, 100 horas en aeronaves de ala rotatoria y 750 horas en el equipo DHC-6.

Desde el año 2010 voló para diferentes compañías de exploración geofísica en los países de Madagascar y Noruega acumulando un total de 1400Hrs de vuelo.

Trabajo como ingeniero en la compañía Dehavilland Canada como inspector de control calidad de equipos GX500/GX EXR desde el año 2005 al 2010.

Entre el 04 y 05 de Marzo de 2014, efectuó curso de adopción a la compañía, procedimientos de emergencia, entrenamiento práctico en emergencias, supervivencia, operación en pista contaminada, formación de hielo, CFIT, operaciones en altitudes elevadas, fallas diferidas, entrenamiento en supervivencia, interceptación y seguimiento de vuelo, CRM y factores humanos, y desarrollo de tareas elementales.

El 11 de Abril de 2014 comenzó el proyecto en la Región de Santanderes. Los registros aportados a la investigación indican que el piloto se encontraba certificado y calificado para desarrollar el vuelo de acuerdo a las regulaciones nacionales vigentes.

No se encontraron indicaciones de una degradación de desempeño operacional por factores psicofísicos. Teniendo en cuenta los vuelos programados previamente, y los tiempos de descanso no existió fatiga en el piloto, descartándose este factor en la ocurrencia del accidente.

## 1.6 Información sobre la aeronave

<b>Marca:</b>	Piper
<b>Modelo:</b>	PA-31-310
<b>Serie:</b>	31-109
<b>Matrícula:</b>	C-GSVM
<b>Certificado aeronavegabilidad:</b>	29 de Julio de 2009, vigente
<b>Certificado de matrícula:</b>	03 de Febrero de 2011, Vigente
<b>Fecha de fabricación:</b>	1968
<b>Total horas de vuelo:</b>	11.000 Horas Aprox.

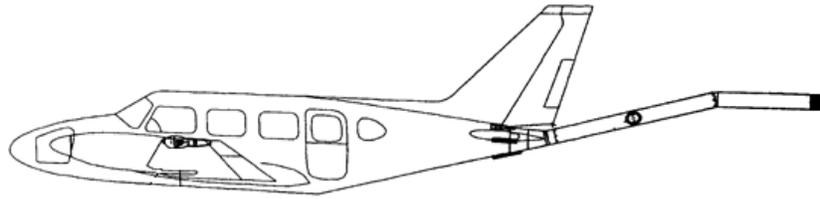
La aeronave tuvo una alteración mayor realizada el día 23 de Diciembre de 2013 en la ciudad de Huron Park, Canadá relacionada con la instalación de un equipo de exploración geológica y pallet IAW STC SA-08-85.

En Diciembre de 2006 tuvo una alteración mayor emitiéndose un Certificado Tipo Suplementario Limitado LSTC No. O-LSA06-341/D relacionado con la instalación de equipo de exploración geológica Stinger (Mag Tail cone assy – Main tube and single mag extensión - Magnetómetro)

Para el 2011, la aeronave contaba con 10244.6 horas de vuelo y en promedio de vuelo volaba un total de 250 horas anuales.

El 08 de Abril de 2014, fue autorizado para vuelo de traslado en la ruta SKGY – SKBG. El 15 de Abril de 2014 se dio autorización a la aeronave para vuelo de exploración geofísica desde el 15 al 25 de Abril de 2014. El 29 de Abril de 2014, se extendió autorización para volar hasta el 10 de mayo de 2014.

No se evidenciaron condiciones de malfuncionamiento o anotaciones relevantes en la aeronave y su estructura que fueran contribuyentes a la ocurrencia del accidente.



*Aspecto general de la aeronave accidentada y su equipo "stinger" instalado en la sección trasera para la operación de exploración aero geofísica.*

### **Motores**

<b>Marca:</b>	AVCO Lycoming
<b>Modelo:</b>	No. 1 - TIO-540-A1B No. 2 - TIO-540-A1B
<b>Serie:</b>	No. 1 – L11161 No. 2 – R68161

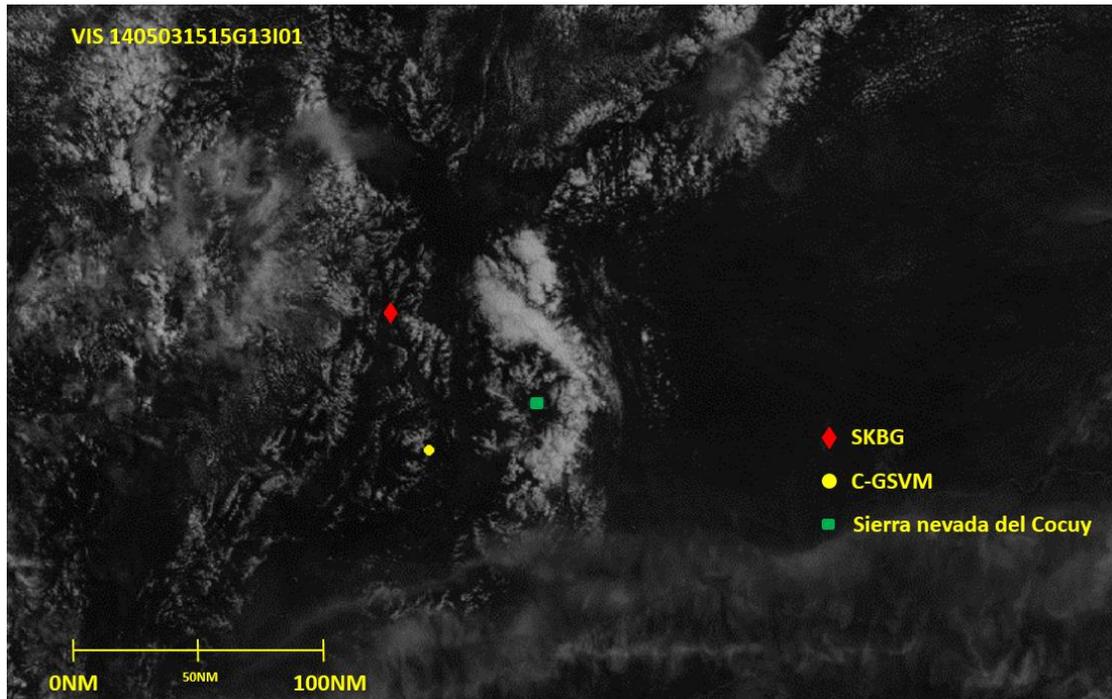
### **Hélices**

<b>Marca:</b>	Hartzell
<b>Modelo:</b>	No. 1 - HC-E2YK-2BTF No. 2 - HC-E2YK-2BTF
<b>Serie:</b>	No. 1 – CJ309 No. 2 – CJ432

## **1.7 Información Meteorológica**

Al producirse el accidente en un terreno montañoso, no hubo registro de información de variables meteorológicas, sin embargo, de acuerdo a declaraciones de un testigo en el área, ocurrido el accidente había presencia de nubosidad baja que no permitía ver la cima de la montaña con que impactó la aeronave.

La imagen satelital en canal visible correspondiente a las 15:15UTC mostraba relativa presencia de nubosidad baja sobre la zona del accidente (amarillo). Al E de la posición del accidente (verde) a 20NM aproximadamente, extensa nubosidad orográfica se encontraba en desarrollo a barlovento de la cadena montañosa de la Sierra Nevada del Cocuy.



*Imagen satelital en canal visible (VIS), 03 de Mayo de 2014, 15:15UTC*

La estación meteorológica más cercana correspondía a la estación SKBG ubicada a 53NM al NNW del sitio del accidente. El reporte de las 15:00UTC emitido fue:

SKBG 031500Z 18006KT 9999 FEW017 25/19 A3005

Estación Bucaramanga, día 03 de Mayo de 2014, 15:00Z, viento de los 180 grados a 06 nudos, visibilidad horizontal mayor a 10km, presencia de pocas nubes a un techo de 1700pies, temperatura ambiente de 25°C y punto de rocío 19°C, ajuste altimétrico 30,05InHg.

## 1.8 Ayudas para la Navegación

No fueron relevantes en la ocurrencia del accidente.

## 1.9 Comunicaciones

La aeronave se encontraba sobrevolando la zona en comunicación con la dependencia de Bucaramanga Aproximación (BGA APP) en frecuencia 119.0MHz y no existieron llamados de emergencia por parte del piloto. Las comunicaciones en torre TWR BGA y APP BGA se efectuaron de acuerdo a las regulaciones existentes sin evidenciar malfuncionamiento en la transmisión aire – tierra, tierra – aire. Debido a las características orográficas de la zona, y el vuelo rasante que debía realizar la aeronave, la transmisión de ondas de radiofonía en algunas zonas era deficiente, sin embargo, dichas comunicaciones no tuvieron injerencia

en el accidente aéreo. Todas las comunicaciones entre la aeronave y APP BGA fueron registradas y aportadas para la investigación.

## 1.10 Información del Aeródromo

No aplica. El accidente no ocurrió en la jurisdicción de un aeródromo.

## 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.

A bordo, el piloto volaba con un dispositivo GPS, un equipo de navegación AGNAV, un registrador de video y algunos equipos utilizados para la labor de exploración geofísica que utilizaban mecanismos de registro de parámetros de vuelo, sin embargo, dichos elementos resultaron seriamente afectados a consecuencia del fuego post impacto y no fue posible efectuar la descarga de información. Adicional, la compañía contaba con un sistema de seguimiento de vuelo satelital que registraba posiciones y altitudes de la aeronave. Dichos registros fueron aportados para la investigación y permitieron conocer las últimas variables de vuelo previo al accidente. Las últimas trazas registradas por el sistema de seguimiento satelital fueron:

- Fecha y Hora: 03/05/2014, 15:21UTC
- Latitud: 6,26808
- Longitud: -72,9158
- Altitud: 3596mts
- Velocidad: 60KT
- Rumbo: 063°



*Traza de vuelo C-GSVM, registrada por el sistema de seguimiento satelital el día 03 de Mayo de 2014*

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

### 1.12.1 Lugar del impacto

El lugar del accidente correspondía a una estribación montañosa de la cordillera oriental denominada “Cuchilla el Portachuelo” caracterizada por un terreno irregular de elevaciones máximas aproximadas a los 13000pies donde predomina el clima de bosque

andino/niebla (Páramo). La zona no se encontraba en situación de orden público por lo que se permitió el desarrollo del proceso investigativo.

El lugar del accidente se encontraba a unas 9,2NM al Este del Municipio Coromoro, 6.32NM al Oeste del Municipio de Onzaga y a 52.73NM al Sur de la Ciudad de Bucaramanga. En la posición final de la aeronave la elevación del terreno correspondía a 12.493ft con una pendiente de 31.8° en coordenadas geográficas N06°16'06.2" W072°53'21.4". El perfil del terreno era irregular, rocoso, con varias ondulaciones muy escarpadas y una inclinación promedio entre los 30 y 45°.

### 1.12.2 Disposición y examen de los restos

La investigación realizó el siguiente panorama de identificación de restos:



*Panorama general de identificación y ubicación de restos C-GSVM*

Todo el compendio de examen de restos se realizó in situ debido a la dificultad que representaba trasladar los restos por vía aérea, en gran parte, a las condiciones meteorológicas reinantes y la arriesgada operación helicoportada bajo condiciones de elevada altitud por densidad.

### 1.12.2.1 Sección del fuselaje frontal

- Se encontró en posición invertida con gran afectación por el fuego.
- Se identificaron los tubos pitot, que se encuentran ubicados en la parte ventral de la aeronave.
- La mayoría de los instrumentos y elementos en cabina presentaron alto grado de incineración sin facilidades para la identificación de posición de controles de mando ni indicaciones en instrumentos.
- No hubo evidencias de impacto frontal.
- No se encontró documentación técnica relevante a la aeronave debido a la incineración de gran parte de la sección de cabina.
- La aeronave disponía de equipos especializados para el levantamiento aerogeofísico, sin embargo dichos componentes resultaron severamente afectados por el fuego.



*Disposición final de la sección frontal C-GSVM*

### 1.12.2.2 Sección del empenaje

- Fue la parte más íntegra con la menor afectación por acción del fuego.
- Presentó separación del stinger desde el anclaje al empenaje.
- Golpes y abolladuras menores en los estabilizadores verticales y horizontales sin separación al empenaje.
- Deformación torsional en el punto de unión del empenaje y la sección de estabilizadores.



*Disposición final de la sección de empenaje C-G SVM*

### 1.12.2.3 Sección de planos

#### 1.12.2.3.1 Plano derecho

- Presentó desprendimiento por impacto desde la mitad de longitud de su sección hacia la punta.
- Se encontró altamente afectado por acción del fuego con visible exposición del tanque de combustible y muestras de derretimiento de aluminio.
- Los flaps se encontraron retraídos al igual que el tren de aterrizaje.
- La sección faltante se encontró separada de la posición final de la aeronave colina a bajo a 8mts en coordenadas N 06° 16'06.7" W 072° 53'22.5.
- Dicha sección mostró amplia deformación en su borde de ataque, su punta de plano se encontró íntegra con ligeras trazas de fuego.

#### 1.12.2.3.2 Plano izquierdo

- Se encontró en posición invertida sin evidencias de separación a lo largo de su longitud.
- Presentaba alto daño por acción del fuego post impacto.
- Los flaps se encontraron retraídos al igual que el tren de aterrizaje.

### 1.12.2.4 Sección de motores

#### 1.12.2.4.1 Motor derecho

- Se encontró en posición normal (No invertido). Presentó volcamiento a consecuencia de la inclinación del terreno.
- No se evidenciaron roturas en su cárter de potencia o separación de cilindros.

- La hélice se encontró unida al flanche del cigüeñal.
- Ambas palas se encontraban deformadas en forma de rulo a través de la longitud de las mismas con evidencias de rotación y producción de potencia al momento del impacto.



*Disposición final del motor derecho C-GSVM*

#### 1.12.2.4.2 Motor izquierdo

- Se encontró en posición invertida y separado 2mts de la estructura del ala izquierda.
- No se evidenciaron roturas en su cárter de potencia o separación de cilindros.
- La hélice se encontró unida al flanche del cigüeñal.
- Ambas palas se encontraban deformadas ligeramente con evidente separación de la punta de una de las palas, lo que evidenció la rotación al momento del impacto contra el terreno.



*Disposición final del motor izquierdo C-GSVM*

### 1.12.3 Generalidades del impacto

De acuerdo a las evidencias encontradas por los daños en las superficies de vuelo, el estado final de la aeronave y la disposición de restos, es altamente probable que la colisión contra el terreno tuviera la siguiente secuencia:



El impacto inicial fue identificado por las marcas de transferencia de pintura de la aeronave sobre una pared rocosa (1) ubicada en coordenadas  $N06^{\circ}16'08''$   $W 072^{\circ}53'23.3''$  con una elevación de 12.217ft y un rumbo de impacto aproximado de  $068^{\circ}$ .

1. La aeronave colisiona con contra el perfil montañoso en actitud de ascenso pronunciada con cierto viraje hacia la izquierda.
2. Se desprende el stinger y la sección del plano derecho que cae montaña abajo.
3. La punta del plano izquierdo colisiona contra el terreno produciendo un pivote que ocasiona el volcamiento de la aeronave.
4. Se produce fuego post impacto.
5. El motor derecho se vuelca debido a la inclinación del terreno, quedando en posición normal y encima del fuselaje.

No se evidenció en los componentes signos de separación en vuelo o malfuncionamiento de sus sistemas. La aeronave impactó el terreno con muestras de producción de potencia y actitud de ascenso.

### 1.13 Información médica y patológica

De acuerdo al informe pericial de necropsia y toxicología practicada al piloto en el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forense<sup>8</sup>, la causa de muerte fue el politraumatismo severo sufrido por accidente aéreo y quemaduras en la superficie corporal postmortem. No se evidenció presencia de ningún narcótico o sustancia psicoactiva. Su certificado médico se encontraba vigente y con limitación de utilizar lentes correctores.

### 1.14 Incendio

Durante la secuencia de impacto, debió producirse la rotura de los tanques de combustible que permitieron que éste se derramara, y al contacto con las zonas calientes del motor se produjo su inflamación que se conflagró y confinó en toda la célula de la aeronave.

El fuego consumió y destruyó gran parte de los planos y fuselaje de la aeronave hasta su extinción natural por ausencia de oxígeno y comburente.

### 1.15 Aspectos de supervivencia

Dadas las características del accidente, la colisión contra la cadena montañosa, la posición invertida y el fuego post-impacto, las posibilidades de supervivencia fueron nulas.

El Equipo Localizador de Emergencia (ELT) emitió señal audible que fue identificada por las aeronaves de Búsqueda y Salvamento (SAR), sin embargo, debido al deterioro de las condiciones meteorológicas en el área por reducción de visibilidad, su localización y avistamiento fue hasta el 05 de Mayo, dos (2) días después del accidente.

### 1.16 Ensayos e investigaciones

En la investigación de campo se efectuó la custodia del equipo abordo DAARC500 (Das & Adaptive Aeromagnetic Real-Time Compensator) con el fin de determinar si hubo algún registro de datos de vuelo previo al accidente.

El componente fue enviado a los laboratorios de la Transport Safety Board (TSB) en la ciudad de Ottawa, Canada. El día 14 de Julio de 2014 se efectuó la inspección de dicho componente con los siguientes resultados:

- El componente se encontró con alto grado de exposición al fuego con material fundido.
- Los circuitos internos se encontraron altamente fundidos por la exposición al fuego.
- Una pequeña unidad de disco duro se encontró aparte del componente. Se encontró quemada con el mismo grado de exposición que el DAARC.

---

<sup>8</sup> Informe No. 2014010168001000239

- La unidad se desmontó y una vez abierta, se observó que el disco duro interno se encontraba roto en varias piezas.

Teniendo en cuenta los hallazgos de la inspección, no fue posible recuperar ningún dato del disco duro, ni de la unidad DAARC.

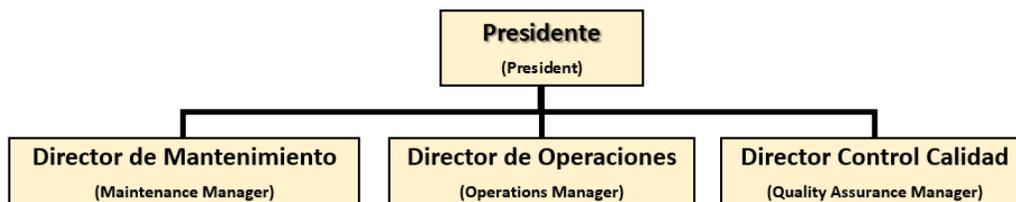
Debido a las características del accidente y el difícil acceso al sitio, los motores y hélices no fueron recuperados para su análisis post accidente, sin embargo, durante la inspección en el sitio, se confirmó que ambas plantas motrices se encontraban con sus componentes unidos sin evidencias de roturas en sus cilindros o cárter de potencia. Las características de ambas hélices confirmaron que ambas plantas motrices se encontraban operando y suministrando determinado régimen de potencia al momento del accidente.

### 1.17 Información sobre organización y gestión

La compañía BRUCELANDAIR es una compañía Canadiense con certificado de operación de la Autoridad Aeronáutica Canadiense vigente que ofrece servicios de transporte aéreo doméstico e internacional no regular de vuelos chárter, y trabajos aéreos especiales que incluyen la publicidad aérea, inspección y vigilancia aérea, cartografía aeronáutica, fotografía aérea y exploración aérea que incluye la exploración geofísica.

Tiene una organización aeronáutica que consta de una cabeza presidencial, que tiene a su cargo tres dependencias; la dirección de mantenimiento, dirección de operaciones y dirección de aseguramiento de la calidad<sup>9</sup>. La presidencia y dirección de mantenimiento es dirigida por una misma persona, como la dirección de operaciones y el jefe de pilotos. La dirección de aseguramiento de la calidad es encargada de verificar el cumplimiento del SMS en la compañía. Así mismo, cuenta con un sistema de identificación y evaluación del riesgo.

La compañía cuenta con un Manual de Operaciones<sup>9</sup> en donde se encuentran especificadas las funciones de los miembros de la compañía, los sistemas de control operacional, los requerimientos de operación, los equipos y procedimientos de emergencia y el programa de entrenamiento, entre otros. Al efectuar la revisión al Manual, no se encontraron lineamientos específicos de operación para los vuelos de exploración aero-geofísica. La compañía utiliza un medio de comunicación de información operacional a la compañía a través de boletines y directivas de compañía.



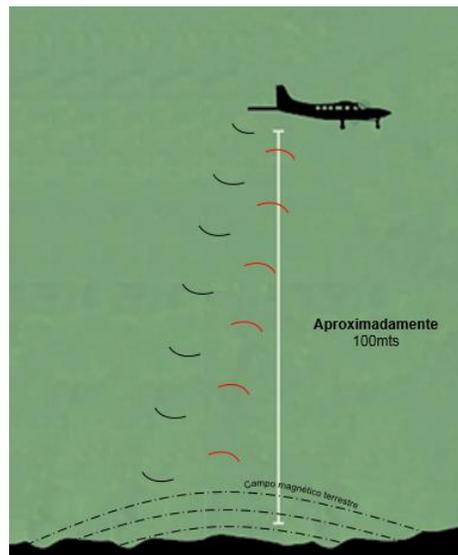
Organigrama genérico de la compañía

<sup>9</sup> Manual General de Operaciones (Company Operations Manual – Brucelandair Intenational, amendment 9, September 2013)

## 1.18 Información adicional

### 1.18.1 Exploración geofísica por vía aérea

La exploración geofísica por vía aérea es probablemente el mecanismo más eficiente para llevar a cabo la exploración de minerales e hidrocarburos. Para ello se utiliza fundamentalmente un magnetómetro (Stinger) localizado en la parte anterior del fuselaje que mide las perturbaciones locales del campo magnético de la tierra causadas por los minerales magnéticos en las regiones superiores de la corteza terrestre.



*Esquema básico de utilización de aeronave para exploración geofísica*

La magnetometría es un método que registra variaciones en el campo magnético natural de la Tierra. Detecta yacimientos de minerales de hierro (magnetita) y propiedades magnéticas de las rocas, desde la superficie hasta varios kilómetros de profundidad. Ésta técnica es el método clásico utilizado para complementar el modelamiento geológico y la determinación de estructuras geológicas en capas muy profundas.

La radiometría espectral o gamma espectrometría es un método que registra la radiactividad natural en la superficie de las rocas y suelos. A bordo de la aeronave, espectrómetros altamente sensibles se utilizan para hacer las mediciones de rayos gamma liberados por el suelo. La radiación gamma varía dependiendo de la mineralogía de la roca. Se mide y se analiza mediante sensores y software de alta tecnología que extraen del suelo concentraciones de uranio (U), potasio (K) y el torio (Th), herramienta fundamental para el estudio del comportamiento geoquímico de un área o región.

Normalmente, la aeronave que realiza vuelos de exploración geofísica, para obtener un buen resultado y resolución, deberá volar a una separación de 100 metros sobre el terreno, lo que constituye un amplio desafío operacional la ejecución de éste tipo de trabajos a baja altura, más aún, cuando las condiciones orográficas son agrestes.

La selección de los parámetros de medida para la exploración geofísica como las áreas de interlineado, la altitud y la orientación de las líneas transversales, así como procedimientos de compilación debe hacerse con la precisión deseada de los productos finales. Los parámetros de medida y precisión, normalmente son detallados en las especificaciones de los contratos.

Los tres de los factores fundamentales para para la exploración geofísica son:

1. La altura de vuelo
2. la separación línea transversal
3. La orientación de la línea transversal (dirección)

La exploración geofísica por vía aérea se divide en dos clases: la exploración regional y la exploración detallada.

- La exploración regional suelen tener un amplio espacio entre líneas de recorrido, de 500 metros o más, y ocupan una superficie de al menos 5.000 kilómetros cuadrados.
- La exploración detallada tiene un espaciado de línea de menos que 500 metros.

Para la labor de exploración geofísica, se requieran los siguientes elementos:

- Magnetómetro (Stinger) – Aeronave.
- Estaciones de magnetometría en tierra.
- Radar altímetro – Aeronave.
- Baro altímetro – Aeronave.
- Espectrómetro – Aeronave.
- Equipo de Posicionamiento Global (GPS) – Aeronave.
- Equipo de Posicionamiento Global en tierra.

### **1.18.2 Especificaciones operacionales de altura contratadas para el vuelo de la aeronave C-GSVM**

El vuelo consistía en continuar el reconocimiento y levantamiento geológico magnetométrico y gamma espectrometrico en la Región de Santander en cumplimiento de un proyecto nacional para el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo – FONADE.

La Región de Santander estaba definida en un área de aproximadamente 33.960m<sup>2</sup> en tramos de longitudes de aproximadamente 60 y 70NM con una orientación de líneas transversales a 160° y 340°, y una separación trasversal entre líneas de 500mts.

Dentro de las especificaciones del contrato de exploración geofísica<sup>10</sup>, la altura de vuelo las líneas debían realizarse a una separación continua del suelo de 100metros con una tolerancia de no más de 20metros.

<sup>10</sup> Contrato de prestación de servicios técnicos especializados No. 2132089, Numeral 3. Altura máxima de vuelo para adquisición de datos.

### 1.18.3 Estándares de evaluación del riesgo para las operaciones de exploración geofísica.

Las operaciones de exploración geofísica constituyen una de las operaciones más riesgosas dentro de las actividades aéreas debido a las características de vuelo rasante sobre amplias longitudes terrestres. Para desarrollar eficientemente este tipo de operación, la operación debe ser sometida a un análisis de riesgo minucioso que cada compañía aérea debía estandarizar.

La Flight Safety Foundation<sup>11</sup> dentro de su trabajo por elevar los índices de seguridad mundial ha identificado una serie de riesgos estandarizados para la actividad aérea de exploración geofísica en particular, y así mismo, proporciona un listado de requerimientos mínimos para desarrollar una gestión del riesgo apropiada en la operación. Para ello es indispensable que las regulaciones nacionales e internacionales contemplen la actividad aérea y la lista de riesgos asociados para definir estándares de seguridad en la operación.

### 1.18.4 Requisitos específicos de seguridad en los contratos de exploración geofísica por vía aérea.

Existe una asociación internacional de seguridad aérea para la exploración geofísica denominada IAGSA (International Airborne Geophysical Safety Association) encargada de promover la operación segura de las aeronaves en estudios exploración aero-geofísica en la industria. Esta asociación ha desarrollado estándares y prácticas recomendadas que son de gran utilizada para la seguridad en el vuelo de exploración geofísica.

La IAGSA dispone de un documento<sup>12</sup> que contiene algunas políticas de seguridad de gestión de riesgos aplicables a los requerimientos de seguridad aérea para vuelos contratados con fines de exploración geofísica.

La compañía de que realiza los trabajos de exploración geofísica y el contratista debe asegurarse que los trabajos a contratarse se realicen de manera segura. Es un aspecto primordial para planear y ejecutar el trabajo programado. El contratista debería disponer de al menos un Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) con el que se garantice que las operaciones de vuelo cumplirán los estándares de seguridad apropiados para la operación.

El documento IAGSA contiene lineamientos para el análisis de la seguridad del trabajo, Alturas establecidas para el vuelo de exploración, procedimientos operacionales de virajes, velocidades de operación, seguimiento al vuelo, supervivencia, entrenamientos, extinción de incendios, monitoreo, radios, tiempos máximos de vuelo para tripulaciones, combustible, vuelos nocturnos de exploración, meteorología, entre otros.

---

<sup>11</sup> BASIC AVIATION RISK STANDARD – Contracted Aircraft Operations Version 5, May 2014 – Appendix 7 Airborne Geophysical Survey Operations - Flight Safety Foundation

<sup>12</sup> IAGSA - Recommendation to Include Specific Safety Requirements in Geophysical Survey Contracts & Proposed Survey Contract Annex. 29/5/14 Revision 3.

Así mismo, existen protocolos estandarizados mínimos para la aviación para aeronaves desarrollados por organismos internacionales especializados en exploración geofísica. Un ejemplo claro de guía operacional para reglamentar y mantener la seguridad en el tipo de exploración geofísica es el “Aviation Minimun Standard”<sup>13</sup> desarrollado por la compañía Geodynamics limited.

### 1.18.5 Normatividad Nacional para el vuelo de exploración geofísica

Se revisó la Reglamentación Nacional en lo concerniente al vuelo de exploración geofísica. Éste tipo de operación hace parte de la actividad aérea en modalidad de trabajos aéreos especiales (RAC 3.6.3.3.3) definido como geología.

En la parte 4 del RAC, capítulo XXI, se encuentran definidas Normas y requisitos de aeronavegabilidad y operación para aeronaves de servicios aéreos comerciales en las demás modalidades de trabajos aéreos especiales. En lo concerniente a alturas de vuelo, se encuentra contemplado que la operación de trabajos aéreos especiales:

#### 4.21.1.4.5. Operación sobre áreas no pobladas.

*Durante la ejecución de trabajos aéreos especiales sobre áreas no pobladas se permite el vuelo a menos de 500 pies sobre el terreno y a una altura no menor de 50 pies, sobre personas, embarcaciones, vehículos y edificaciones, siempre y cuando la operación se ejecute con criterio de seguridad.*

Aunque se encuentran definidas las generalidades para la operación de trabajos aéreos especiales, la norma especial<sup>14</sup> para la modalidad de trabajo aéreo especial de exploración geológica no está definida dentro de la Normatividad Aeronáutica Nacional.

### 1.18.6 Operaciones de vuelo previas al accidente

Las operaciones de vuelo iniciaron el 11 de Abril de 2014. El resumen de actividades se proporciona en el siguiente cuadro:

Día	Duración	Longitud	Comentarios
26 Abril	04:51Hrs	867Km	Ninguno
27 Abril	05:33Hrs	934Km	Nubes en las montañas
28 Abril	04:06Hrs	811Km	Nubes en las montañas
29 Abril	00:00Hrs	0Km	No realizado por mal tiempo
30 Abril	05:14Hrs	1153Km	Ninguno
01 Mayo	04:50Hrs	878Km	Ninguno
02 Mayo	00:00Hrs	0Km	No realizado por mal tiempo
03 Mayo	03:21Hrs	540Km	Aeronave accidentada

<sup>13</sup> Aviation Minimun Standard - Health & Safety Management System, HSM-SY-OT-GDE-00002, Revision 01, 22 February 2010

<sup>14</sup> RAC 4, Numeral 4.21.2. Normas especiales para las diversas modalidades de trabajo aéreo especial.

El día 01 de Mayo, la misma tripulación efectuó un vuelo de 04:50HRS despegando a las 17:02UTC y aterrizando 21:52UTC. Realizó las pasadas L10310:0 a la L10350:0. En dicho vuelo, alcanzó 52NM hacia el S con radial 160 de BGA alcanzando 1,82NM del punto del accidente. Las condiciones meteorológicas reportadas fueron buenas.

El día 02 de Mayo, no se realizó operación debido al mal tiempo sobre la zona.

El día 03 de Mayo, día del accidente, la aeronave efectuaba vuelo con rumbo 160° sobrevolando la pasada L10120:0.

### **1.19 Técnicas de investigación útiles o eficaces**

Se utilizaron las técnicas y métodos recomendados por el Documento 9756, Parte III de OACI. Así mismo se realizó la identificación de amenazas, controles y defensas según el modelo Bow Tie<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> El modelo Bowtie es un método de investigación y evaluación de riesgo que es utilizado para analizar y demostrar relaciones causales en la ocurrencia de un accidente.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Procedimientos operacionales

El piloto contaba con amplia experiencia en trabajos de exploración geofísica acumulando un total de 1400 horas aproximadamente. La operación para seguir los trazos planeados dentro del contratado fue realizada de acuerdo a los procedimientos y limitaciones de la aeronave Piper 31-260.

Dentro de los protocolos de la compañía, se contaba con un sistema de seguimiento satelital SKYTRACK mediante el cual se supervisaba la operación de los pilotos de la compañía.

La operación de vuelos de exploración geofísica es una labor que requiere márgenes de calidad, precisión y experiencia de vuelo altamente calificada. Este tipo de operación se asemeja a la labor que realizan las aeronaves de fumigación aérea quienes desarrollan una operación riesgosa de vuelo rasante cuidando la separación vertical contra el terreno.

La exploración geofísica podría asemejarse hipotéticamente a la operación desarrollada en “fumigación” con características de vuelo bajo, con reducida separación vertical con el terreno, sin embargo, realizando una comparación, ésta operación se realiza en distancias muy largas con variaciones topográficas prominentes que hacen ampliamente riesgosa esta operación.

Aunque los procedimientos operacionales de trabajo de exploración geofísica fueron realizados dentro de los parámetros, existen ciertos riesgos latentes durante la operación. El terreno constituye una condición de riesgo latente que deberá ser evitado o en su defecto reducido a un margen de altura segura para el vuelo que está directamente relacionada con la visual de la tripulación en cabina, cuidando en todo momento la separación con el terreno de acuerdo a lo que está establecido en las reglas de vuelo visual VFR. Aun cuando todo es identificado inherentemente por el piloto quien realiza la operación, es éste personal quien asume el riesgo para efectuar la operación.

La meteorología es una condición de riesgo dinámica que deberá evitarse en el sentido de evitar perder contacto visual y separación con el terreno; modificarse, cuando en un trazado existiera nubosidad en la trayectoria; y reducirse cuando se prevean condiciones adversas en vuelo como precipitaciones o actividad eléctrica constante.

Si bien, los riesgos asociados a la operación siempre estarán latentes y para esta investigación en especial tuvieron incidencia en el accidente, era preciso haber establecido un panorama de riesgos más estricto para la operación en esta parte del país.

Aunque se cuente con experiencia en este tipo de operación aérea especial, es recomendable que se realice un estudio exhaustivo por parte de la tripulación de la orografía a la cual se verá enfrentada, y posteriormente, evaluar las condiciones climáticas y meteorológicas en la zona, ya que muchas locaciones y áreas de trabajo cuentan con características micro meteorológicas muy cambiantes a lo largo del año. Para este

accidente, las condiciones a macro escala que se encontraban presentes estaban relacionadas directamente con la presencia de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) en el país, un sistema de baja presión que se caracteriza por la formación prominente de nubosidad a lo largo del día y desarrollo de fuertes precipitaciones. Para las características de la zona y las condiciones climáticas predominantes en esta época del año en Colombia, las tripulaciones locales evalúan constantemente el planeamiento del vuelo para evitar riesgos relacionados con pérdida de contacto visual y operatividad de aeródromos.

La seguridad aérea debe ser un ítem a ser tenido en cuenta dentro de los lineamientos contractuales. Aunque las tripulaciones que poseen amplia experiencia en este tipo de trabajos aéreos de amplio riesgo suelen ser extranjeros, es importante que se considere, en las futuras operaciones aéreas especiales de exploración geofísica que se desarrollen en el país, la utilización de personal de vuelo nacional como herramienta fundamental de ambientación con las zonas de trabajo, para de ésta forma, se contribuya a aumentar las defensas operacionales y evitar que se produzca un evento.

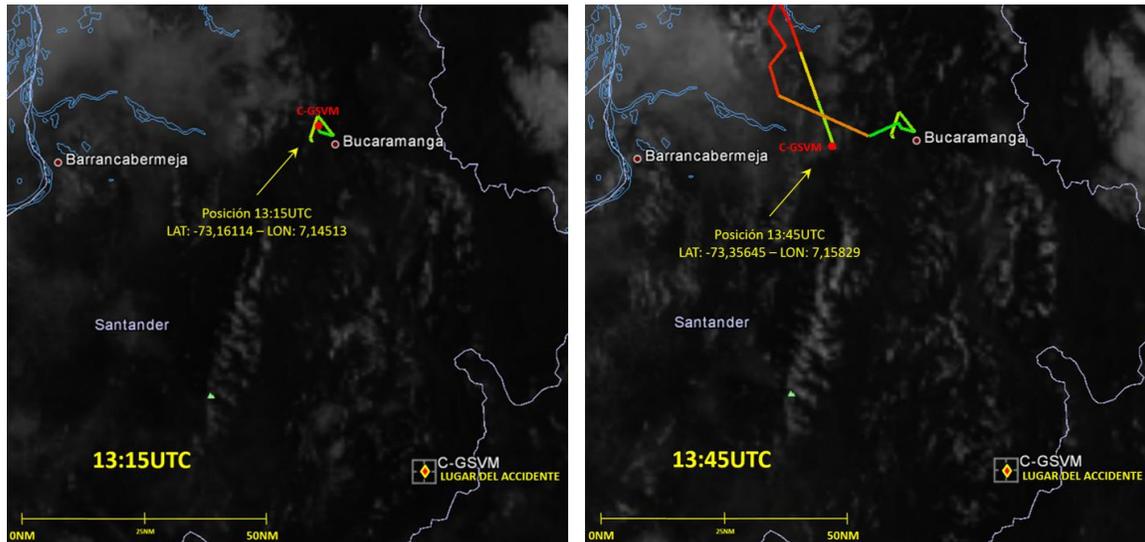
La creación de políticas definidas de operación para la realización de éste tipo de vuelos con un margen de riesgo aceptable debería ser concertada y asesorada previamente a las compañías contratantes, la Autoridad Aeronáutica Nacional y la compañía responsable de la operación.

## 2.2 Análisis Meteorológico

Para Mayo de 2015, es común apreciar la presencia activa de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) en gran parte del territorio Colombiano. La presencia de éste fenómeno meteorológico a macro escala proporciona elevados índices de ingreso de humedad y formación nubosa en la zona a lo largo del día.

La imagen satelital en canal visible correspondiente a las 15:15UTC mostraba relativa presencia de nubosidad baja sobre la zona del accidente. Al georreferenciar las últimas trazas satelitales de la aeronave y las imágenes meteorológicas previas al accidente, se logró desarrollar un análisis de la evolución nubosa en el área vs las posiciones de vuelo de la aeronave accidentada.

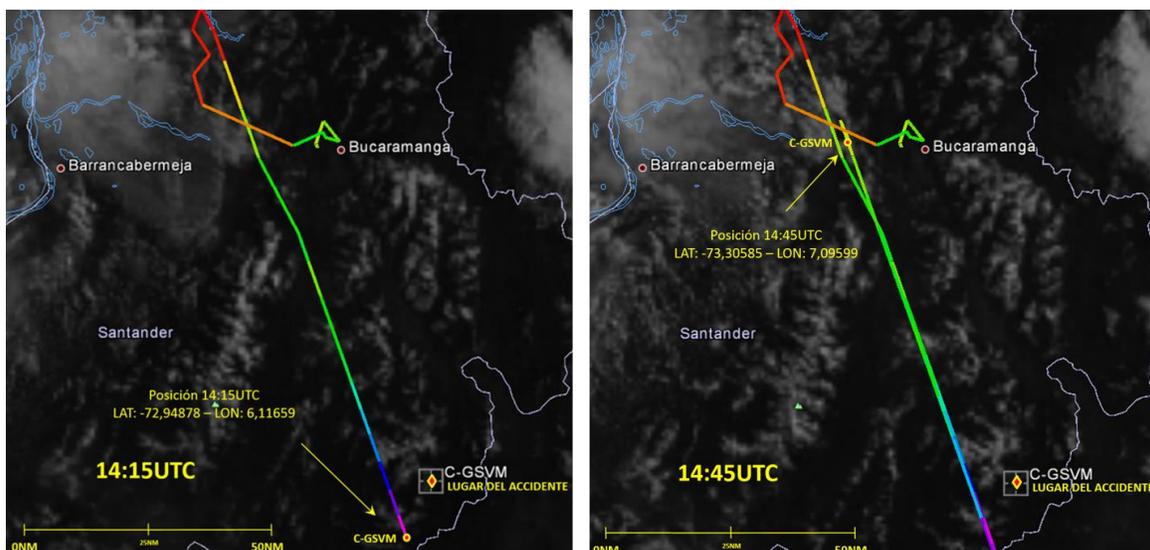
A las 13:15UTC, posterior a su despegue, se observa la aeronave iniciando un viraje por la derecha en ascenso por la ciudad de Bucaramanga a 5460pies de altitud. Las condiciones meteorológicas en el lugar del accidente eran favorables con nubosidad escasa. A las 13:45UTC después de un sobre vuelo rasante por la zona NW del aeródromo SKBG, la aeronave se incorpora en el trazado L10010:00 con rumbo 160° y 4290pies de altitud. Las condiciones a ésta hora prevalecían relativamente buenas, evidenciando el crecimiento gradual de nubosidad en las zonas montañosas.



*Posiciones del C-GSVM georreferenciadas con la evolución nubosa (13:15UTC y 13:45UTC)*

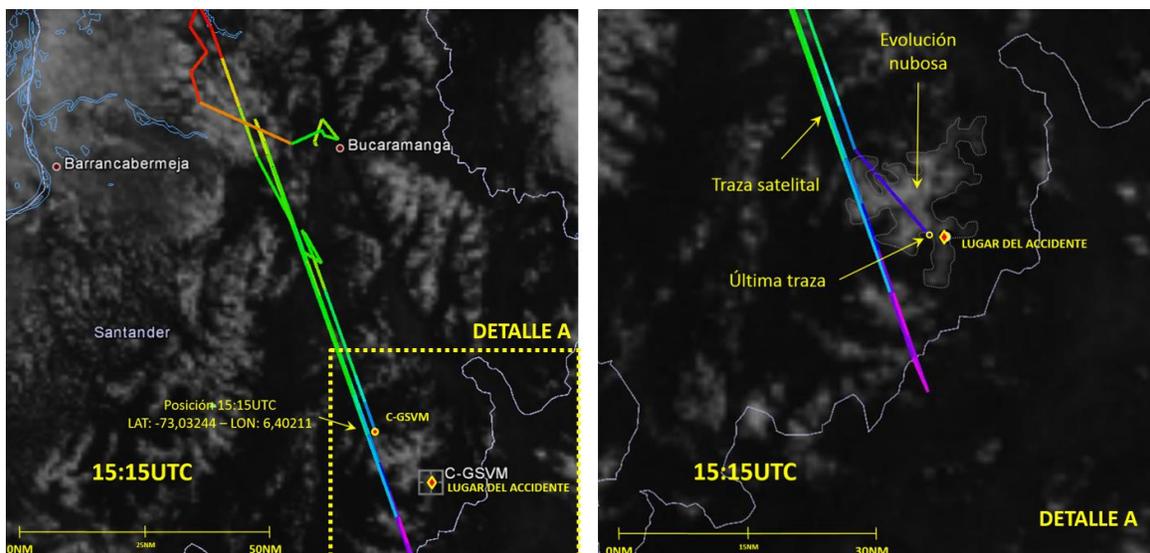
A las 14:15UTC, la aeronave completó el trazado L10080:00 hacia el S, y una vez terminado a 13600pies de altitud, retornó en contra rumbo  $340^{\circ}$  para efectuar el trazado L10070:00, quedando a una distancia de 14.5NM del sitio del accidente. Las condiciones meteorológicas continuaban con una gradual formación nubosa de montaña.

A las 14:45UTC, la aeronave realiza el trazado L10070:00 hacia el N con 3700pies de altitud, y una vez termina, efectúa viraje por la derecha para realizar el trazado L10120:00 hacia el S con rumbo  $160^{\circ}$ . En ese momento las condiciones meteorológicas continuaban evolucionando y para esta hora, en el sitio del accidente, dichas condiciones se tornaban más densas con una apreciable formación de nubosidad baja de montaña.



*Posiciones del C-GSVM georreferenciadas con la evolución nubosa (14:15UTC y 14:45UTC)*

A las 15:15UTC, ocho (8) minutos previos a la ocurrencia del accidente, la aeronave continuaba con su rumbo  $160^{\circ}$  hacia el S para completar el trazado L10120:00 con una altitud registrada de 9500pies. Las condiciones meteorológicas se encontraban, como en las horas precedentes, en continua evolución y para esta hora ya se observaban acentuadas en gran proporción a las laderas montañosas, situación predecible, típica del comportamiento meteorológico de brisa valle - montaña en horas matutinas. Siguiendo el trazado del comportamiento de vuelo de la aeronave C-GSVM, la aeronave efectuó una desviación hacia la izquierda de su rumbo  $160^{\circ}$ , y al realizarlo, ingreso al conglomerado nuboso registrando una última traza con rumbo  $063^{\circ}$  y una altitud de 11800ft, situación que hace muy probable la pérdida de referencia visual VFR del piloto al entrar en condiciones IMC.



Última posición del C-GSVM georeferenciada con la evolución nubosa (15:15UTC)

Es importante considerar, que en los días precedentes, y en reportes anteriores, el piloto no asumió el riesgo de efectuar algunos trazados y vuelos ante condiciones meteorológicas de nubosidad de montaña. Éste aspecto aunque pudo ser tenido en cuenta por el piloto, es probable que haya existido un exceso de confianza que conllevo a desestimar en el último segmento de vuelo, la desviación de la trayectoria hacia la izquierda y no hacia la derecha en donde las condiciones eran más favorables con presencia relativa de escasas nubes.

De acuerdo a los hallazgos in-situ de la posición final de la aeronave y los restos, resulta muy presumible que el piloto, al ingresar en condiciones IMC, se haya percatado de la proximidad con el terreno montañoso y haya efectuado una maniobra brusca de evasión de ascenso pronunciado que resultó insatisfactorio.

### 2.3 Análisis mediante el modelo Bow-Tie

Con el fin de analizar las causas probables que originaron el accidente, se utilizó el modelo Bow-tie. El modelo lo compone un peligro, un evento, amenazas, medidas de mitigación y consecuencias y controles que impiden que las amenazas se materialicen, asociados a la gestión de las consecuencias.

Un peligro es un factor existente que, de no ser controlado, puede causar daño. Un evento, describe la situación en la que se ha perdido el control de un peligro. Un peligro se materializa siempre en un evento. Las amenazas son las vías a través de las cuales el peligro puede materializarse en donde deben existir controles preventivos que deberían prevenir que el evento suceda.

Los controles preventivos pueden ser normas, prácticas, equipos o personas con la intención de detener el progreso de la cadena causal de amenazas, antes que se conviertan en un evento. Las consecuencias, describen los efectos de un evento y representan la culminación de una cadena causal. Las medidas de mitigación, a su vez, tienen el objetivo de prevenir o minimizar las consecuencias de un evento.

Éste modelo puede demostrar la manera por la cual un peligro sistémico inherente en la operación se materializa a través de las amenazas desencadenando en un evento, así como en sus consecuencias.

Con el fin de establecer las causas del accidente, esto es elemental para identificar las amenazas sistémicas, así como los controles preventivos, y estimar el funcionamiento de los controles preventivos en la situación dada.

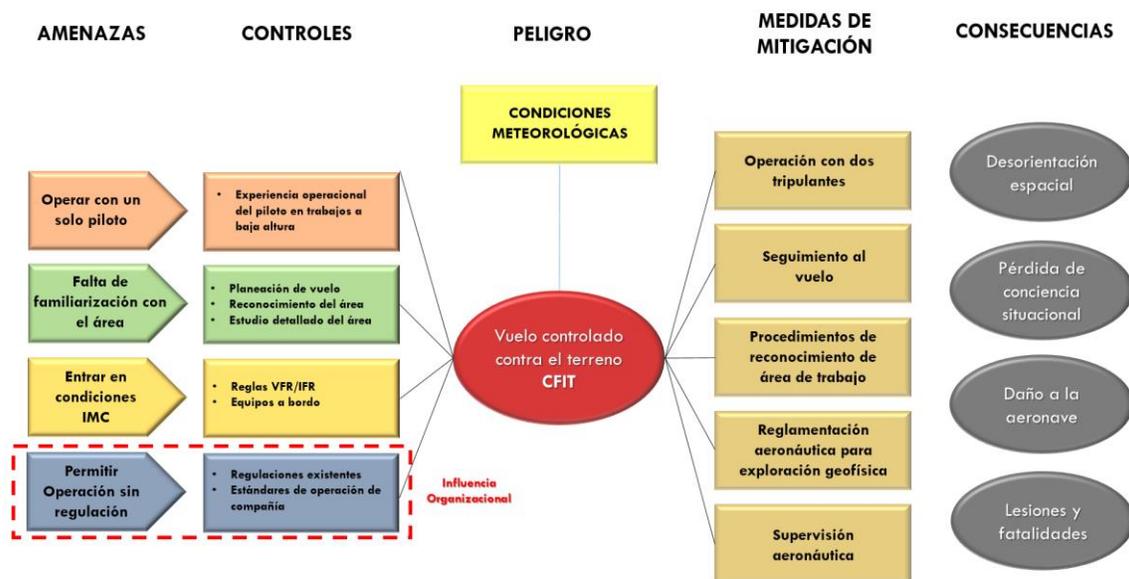


Diagrama del modelo Bow-tie aplicado al accidente C-GSVM

Para este accidente, la evolución de las condiciones meteorológicas reinantes representaban un peligro. Este tipo de peligros en la aviación es posible controlarlos teniendo en cuenta las limitaciones que impone dichas condiciones tanto en la planificación previa al vuelo, como durante el vuelo.

Decisiones equivocadas o inadecuadas para la situación, crean amenazas a través de las cuales el peligro meteorológico puede materializarse. Cuando se trata de este caso, varios aspectos llevaron a generar el evento, como asumir la operación con un solo piloto, la falta probable de familiarización geográfica con el área, la decisión de entrar en condiciones IMC, y la operación del vuelo sin la existencia de una regulación nacional.

El piloto decidió continuar el vuelo rasante con presencia de condiciones meteorológicas de nubosidad baja en evolución. El hecho de volar con un solo piloto al mando bajo estas condiciones debería ser sopesado por la experiencia del piloto. La experiencia del piloto contemplaba la comprensión de terreno agreste vs condiciones meteorológicas existentes. Quizá, las experiencias en vuelos anteriores hayan sido exitosas aun cuando las condiciones meteorológicas era deficientes, pero es altamente probablemente que al encontrarse con estas condiciones en el vuelo, lo llevaron a subestimar los riesgos que generaba volar este tipo de condiciones.

La falta de familiarización geográfica con el área constituyó una amenaza que tenía un control definido relacionado con el entrenamiento, el estudio y planeamiento del vuelo sobre el área. A esto debería incluirse el comportamiento meteorológico de los días precedentes que indicaban alta probabilidad de operaciones con evolución nubosa baja. Es probable que aun con experiencia en este tipo de operaciones, el piloto haya asumido la amenaza pero las defensas existentes no fueron sólidas para evitar la ocurrencia del evento.

El piloto decidió entrar en condiciones IMC, y para ello existían barreras operacionales concernientes a la ejecución de un vuelo en este tipo condiciones como la utilización de los instrumentos a bordo, y la normatividad establecida para asumir tales condiciones. El piloto, al haber asumido tales condiciones perdió el contacto visual con el terreno que, sumado al vuelo bajo, aumento la materialización de la amenaza conllevando a provocar el evento de un vuelo controlado contra el terreno.

La compañía operaba en Colombia realizando vuelos de exploración geofísica. Aun cuando un operador se encuentra autorizado por la Autoridad Aeronáutica para desarrollar este tipo de trabajos aéreos especiales, es necesario contar con una regulación aeronáutica y regulación interna de la compañía para tal fin que debería estar armonizada con la reglamentación local. La normatividad constituye una herramienta de control y barrera para minimizar las amenazas o riesgos en la operación. La Autoridad Aeronáutica, como uno de los factores organizacionales, al asumir el riesgo de permitir este tipo de vuelos sin tener definida una regulación específica para los trabajos aéreos especiales de exploración geológica, no permitió establecer un mecanismo de control, que contribuyo a la materialización de la amenaza del CFIT.

A la carencia de una normatividad específica ha de sumársele otro aspecto organizacional relacionado con la falta de inclusión de procedimientos claros y definidos en el Manual de Operaciones de la compañía en lo relacionado a los vuelos de exploración geofísica que sean de conocimiento de los tripulantes de la compañía. Los factores mencionados anteriormente resultan amplias defensas que podrían contemplarse en futuras operaciones.

Lo anterior se podría resumir en un vuelo controlado contra el terreno, que se materializó al entrar en condiciones meteorológicas IMC, con la subestimación de los riesgos que generaba volar con un solo tripulante que no estaba familiarizado con el área geográfica. A esto contribuye la operación sin la regulación específica para este tipo de trabajos aéreos especiales.

### 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 y causas 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

La aeronave se encontraba certificada, equipada y mantenida de acuerdo a las regulaciones del Estado de Matrícula. Su permiso de operación en el país se encontraba vigente. Tenía un certificado tipo suplementario limitado (LSTC) aprobado de acuerdo a las regulaciones existentes.

El piloto se encontraba apto para la realización del vuelo y sus licencias contemplaban la habilitación en el equipo accidentado.

La aeronave no contaba con registradores de datos de vuelo (FDR) o voces de cabina (CVR), sin embargo, la compañía contaba con un sistema de seguimiento de vuelo satelital donde se obtuvieron las últimas trazas de vuelo antes del accidente.

La aeronave resultó totalmente destruida por las fuerzas de impacto contra el terreno y fuego post impacto. Los restos se encontraron en posición invertida y fueron identificadas todas sus partes descartando una posible desintegración en vuelo.

Los restos fueron localizados a 12.493ft de elevación en coordenadas geográficas N06°16'06.2" W072°53'21.4".

No existieron llamados de emergencia por parte del piloto antes del accidente.

De acuerdo a declaraciones de un testigo en el área, al momento del accidente había presencia de nubosidad baja que no permitía ver la cima de la montaña con que impactó la aeronave.

No hubo evidencia de defectos o malfuncionamiento en la aeronave antes de producirse el impacto contra el terreno.

No se evidenciaron condiciones de malfuncionamiento o afectaciones en toda la estructura de la aeronave ni sus plantas motrices que fueran contribuyentes a la ocurrencia del accidente.

Ambos motores evidenciaron la producción de potencia al momento del accidente.

El accidente no tuvo capacidad de supervivencia debido a la magnitud de las fuerzas de desaceleración y la severidad del fuego post impacto.

Con la participación de la TSB, se envió a inspección una unidad DAARC que proporcionaba entre otros, datos de vuelo, sin embargo, no fue posible recuperar ningún dato del disco duro debido al alto grado de deterioro del componente por el fuego.

La compañía no tenía contemplado dentro de su Manual de operaciones lineamientos y procedimientos específicos de operación para los vuelos de exploración aero-geofísica.

Aunque se encuentran definidas las generalidades para la operación de trabajos aéreos especiales en la Normatividad Colombiana, para la modalidad específica de trabajo aéreo especial de exploración geológica no hay lineamientos normativos definidos.

Se realizó la georreferenciación de las trazas satelitales con las imágenes meteorológicas a la hora del accidente. Se evidenció que la aeronave ingreso en un conglomerado nuboso con rumbo 063° y una altitud de 11800ft.

Es altamente probable que el piloto haya perdido referencia visual ingresando en condiciones IMC hasta impactar contra el terreno.

### 3.2 Causas probables

Ingreso inadvertido en condiciones IMC al probablemente, tratar de efectuar un desvío en la zona de trabajo programada por presencia de nubosidad baja.

Pérdida de la conciencia situacional, al encontrarse en un ambiente de significativa reducción de visibilidad que resultó en el impacto de la aeronave con el terreno montañoso (CFIT - Controlado vuelo en Terreno).

Deficiente evaluación de riesgo durante la operación a baja altura, ante la falta de familiarización del piloto extranjero con el área, y operación con un solo piloto, que provocó la desestimación de los peligros y el impacto contra el terreno.

### Taxonomía OACI

Vuelo no planeado en condiciones – UIMC

Vuelo controlado contra el terreno – CFIT

## 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### A LA AUTORIDAD AERONÁUTICA COLOMBIANA

#### REC. 01-201410-1

Para que a través de la Secretaría de Seguridad Aérea en coordinación con el Grupo de Normas Aeronáuticas, se realice el estudio técnico y operacional para incluir en los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos, RAC 4, Capítulo VII, regulaciones específicas y requisitos técnicos y operacionales aplicables para aeronaves que desarrollan trabajos aéreos especiales de exploración geológica. Dicho estudio, deberá realizarse dentro de los 120 días siguientes a la fecha de publicación del informe final en la página WEB de la entidad.

#### REC. 02-201410-1

Para que la Secretaria de Seguridad Aérea a través de la Dirección de Estándares de Vuelo, se emita una circular reglamentaria donde se exija la utilización de piloto y copiloto en actividades aéreas de trabajos aéreos especiales de sísmica y exploración geológica en el territorio Colombiano utilizando por lo menos, un tripulante de nacionalidad Colombiana. Dicho estudio, deberá realizarse dentro de los 90 días siguientes a la fecha de publicación del informe final en la página WEB de la entidad.

### AL FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO (FONADE)

#### REC. 03-201410-1

Que se adopten y exijan dentro de los procesos de licitación y procesos contractuales que requieran servicios de exploración geofísica por vía aérea, lineamientos y procedimientos específicos recomendados para la gestión del riesgo aéreo, que incluyan, entre otros la existencia de un sistema de gestión de seguridad - SMS. (Se sugieren los lineamientos de estándares y prácticas recomendadas de la IAGSA y la compañía Geodynamics limited).

#### REC. 04-201410-1

Para que a través de la Jefatura de Coordinación de proyectos se establezca un mecanismo de participación activa por parte de los inspectores de la Autoridad Aeronáutica durante los proyectos definidos de estudios aerotransportados de exploración geofísica en el país con el fin de:

- Asesorar técnica y operativamente el proyecto desde el punto de vista normativo y de seguridad operacional.
- Establecer las directrices para mantener los márgenes de seguridad operacional durante el desarrollo de la operación.
- Agilizar el proceso operativo de autorización con la Autoridad Aeronáutica.

## **A LA COMPAÑÍA BRUCELANDAIR**

### **REC. 05-201410-1**

Para que incluya dentro de su Manual de Operaciones procedimientos y lineamientos específicos para trabajos aéreos especiales de exploración geofísica con el fin de establecer políticas definidas de operación y gestión del riesgo para esta actividad, en especial en operaciones internacionales.

### **Teniente Coronel GUSTAVO ADOLFO IRIARTE**

Jefe 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**