



Junta de Investigación de
Accidentes de Aviación Civil

Informe Final

MATRÍCULA: LV-OHD

Fecha: 15/09/2014

Lugar: prox. al Aeródromo General Villegas -
provincia de Buenos Aires



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

ADVERTENCIA

Este informe refleja las conclusiones y recomendaciones de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) con relación a los hechos y circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación.

De conformidad con el Anexo 13 (Investigación de accidentes e incidentes) al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13.891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17.285), la investigación del accidente tiene un carácter estrictamente técnico, y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

La investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas en relación al accidente.

Nota de introducción

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el método sistémico como pauta para el análisis de accidentes e incidentes.

El método ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del método sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento son denominados **factores desencadenantes o inmediatos** del evento. Constituyen el punto de partida de la investigación, y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio, del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las **defensas** del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, reglamentos (incluyendo procedimientos) y entrenamiento. Cuando las defensas funcionan, interrumpen la secuencia causal. Cuando las defensas no funcionan, contribuyen a la secuencia causal del accidente.
- Finalmente, los factores en muchos casos alejados en el tiempo y el espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento son denominados **factores sistémicos**. Son los que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas. Están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación; las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en el siguiente informe se basa en el método sistémico, y tiene el objetivo de identificar los factores desencadenantes, las fallas de las defensas y los factores sistémicos subyacentes al accidente, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.

Expte. N° 347/14

INFORME FINAL

ACCIDENTE OCURRIDO EN: prox. al Aeródromo General Villegas, provincia de Buenos Aires.

FECHA: 15 de septiembre de 2015.

HORA¹: 13:00 UTC

AERONAVE: Avión.

PILOTO: Licencia de Instructor de vuelo (IVA).

ALUMNO PILOTO: Licencia de Piloto privado de avión (PPA)

MARCA: Beechcraft

PROPIETARIO: Privado.

MODELO: B-55 Baron

MATRÍCULA: LV-OHD

¹ Nota: Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario – 3.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 15 de septiembre de 2014, a las 13:00 horas aproximadamente, la aeronave Beechcraft B-55 Baron, matrícula LV-OHD, realizaba un vuelo local de instrucción en el Aeródromo General Villegas con un piloto y un instructor de vuelo abordo. El vuelo de instrucción tenía por objeto preparar al piloto, quien poseía habilitación para vuelo en aeronaves monomotores, para el examen para obtener la habilitación que le permitiese volar aeronaves multimotores terrestres de hasta 5700 kilogramos de peso máximo de despegue.

La aeronave aterrizó con el motor derecho detenido y la hélice “en bandera”, y durante el intento inmediato de despegue (con el motor derecho y la hélice “en bandera”), la aeronave se desvió hacia la derecha durante la fase de ascenso inicial y, próximo al final de la pista 13, perdió altura e impactó contra el terreno en un campo aledaño al aeródromo.

Posterior al impacto se generó un incendio que provocó heridas mortales al instructor de vuelo y lesiones graves al piloto, y resultó en la destrucción total de la aeronave.

El accidente se produjo con condiciones meteorológicas que no presentaban inconvenientes para la operación que se estaba realizando.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	1	--	--
Graves	1	--	--
Leves	--	--	--
Ninguna	--	--	--

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula: destrucción total por incendio.

1.3.2 Motor izquierdo: daños de importancia.

Motor derecho: daños de importancia.

1.3.3 Hélice izquierda: daños de importancia.

Hélice derecha: daños de importancia.

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

El instructor de vuelo, de 41 años de edad, era titular de la licencia de instructor de vuelo N° 58966, con habilitación para dar instrucción a alumnos y pilotos hasta el nivel de licencia y habilitaciones de las que era titular. El legajo técnico del instructor de vuelo no registra antecedentes de infracciones ni accidentes previos al accidente bajo consideración.

Era además titular de las licencias de piloto comercial de primera clase de avión, piloto aeroplano de avión y piloto de planeador.

La certificación médica aeronáutica (CMA) del instructor de vuelo se encontraba vigente hasta el 31 de mayo de 2015. La CMA tenía como limitación el uso de lentes con corrección óptica para ejercer las atribuciones de las licencias.

La experiencia de vuelo del instructor era la siguiente:

Total de vuelo:	1693.8 horas
En los últimos 90 días:	Sin datos
En los últimos 30 días:	Sin datos
En el tipo de avión accidentado:	Sin datos
El día del accidente:	Sin datos

De acuerdo con los archivos documentales de la ANAC, el último foliado del libro de vuelo del instructor es del 2009. La información obtenida por la investigación indica que el instructor de vuelo tenía la autorización para impartir instrucción en forma particular al alumno piloto en la aeronave LV-OHD en el Aeródromo General Villegas.

El piloto en instrucción, de 29 años de edad, era titular de la licencia de piloto privado de avión N° 84175, con habilitación para operar monomotores terrestres de hasta 5700 kg. El legajo técnico del piloto no registra antecedentes de infracciones ni accidentes previos al accidente bajo consideración.

La certificación médica aeronáutica (CMA) del piloto en instrucción se encontraba vigente hasta el 31 de octubre de 2016. La certificación médica aeronáutica no tenía restricciones para el ejercicio de las atribuciones de las licencias y habilitaciones otorgadas al piloto.

La experiencia de vuelo del piloto en instrucción era la siguiente:

Total de vuelo:	163.6 horas
En los últimos 90 días:	Sin datos

En los últimos 30 días:	Sin datos
En el tipo de avión accidentado:	Sin datos
El día del accidente:	Sin datos

1.6 Información sobre la aeronave

1.6.1 Información general

La aeronave Beechcraft modelo B-55 Baron, es un avión diseñado para propósitos generales. Se trata de un bimotor, monoplano, de ala baja, con 4 plazas. Es de construcción enteramente metálica, con fuselaje de estructura semimonocasco. El número de serie de la aeronave accidentada era TC-2272.



Figura 1. Beechcraft B-55 Baron

1.6.2 Célula

La aeronave era mantenida de acuerdo con un plan de mantenimiento por inspección periódica. Tenía, al momento del accidente, un total general (TG) de 2316 horas de vuelo, y 1470 horas de vuelo desde última recorrida (DURG). De estos totales, había cumplido 5 horas de vuelo desde la última inspección (DUI).

El certificado de matrícula había sido emitido por el Registro Nacional de Aeronaves, registrando como propietario a Fanberlian Sociedad Anónima.

El certificado de aeronavegabilidad era estándar, de categoría normal, emitido por la Dirección Nacional de Aeronavegabilidad (FAA), el 25 de abril de 2003.

El formulario 337 vigente al momento del accidente había sido emitido el 9 de abril de 2014 por un taller aeronáutico de reparaciones con la debida habilitación y alcance para la emisión, en oportunidad de realizarse la rehabilitación anual de la aeronave. La fecha de vencimiento del formulario 337 era en abril del 2015.

1.6.3 Motor

Ambos motores eran marca Continental, modelo IO-470L, de seis cilindros, aportando una potencia de 260 hp (horsepower) a 2625 rpm (revoluciones por minuto). Su mantenimiento era de acuerdo con un plan de mantenimiento periódico, conforme a las instrucciones de aeronavegabilidad continuada del fabricante, teniendo ambos al momento del accidente un TG de 1210 horas y 6 horas DUI. El motor posición izquierda era serie N° 468569-C, y el motor posición derecha era serie N° 468570-C.

El combustible apto autorizado y utilizado era aeronafta 100 LL.

1.6.4 Hélices

Las hélices eran marca Hartzell, modelo PHC-C3YF-2UF, metálicas, de tres palas y de paso variable. La hélice izquierda era serie N° EB-4016A, y la hélice derecha era serie N° EB-4026A.

Los registros de mantenimiento indican que la aeronave estaba equipada y mantenida de conformidad con la reglamentación y procedimientos vigentes, y de acuerdo al plan de mantenimiento del fabricante.

1.6.5 Los pesos de la aeronave al momento del accidente eran:

Peso Máximo de Despegue (PMD)	2313.0 kg
Peso Máximo de Aterrizaje (PMA)	2313.0 kg
Peso Vacío	1636.0 kg
Peso Tripulación (2)	160.0 kg
Peso de combustible	278.0 kg
Peso al momento del accidente	2074.0 kg
Peso en menos al PMD	239.0 kg

Al momento del accidente la aeronave tenía su centro de gravedad (CG) dentro de su envolvente operacional, según los límites determinados en el manual de vuelo.

1.7 Información meteorológica

No es de relevancia al accidente.

1.8 Ayudas a la navegación

No es de relevancia al accidente.

1.9 Comunicaciones

No es de relevancia al accidente.

1.10 Información sobre el lugar del accidente

El accidente se produjo en un campo de rastrojo libre de obstáculos, identificado como Establecimiento Namuncurá, de propiedad privada. Está ubicado a 300 metros aproximadamente al norte de cabecera 13 del aeródromo de General. Villegas.



Figura 2. Vista aérea del lugar del accidente

Las coordenadas del lugar del accidente son $34^{\circ} 59' 58''$ S y $063^{\circ} 00' W$, con una elevación de 117 m sobre el nivel medio del mar.

No hubo daños a terceros.

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registradores de vuelo, ni eran requeridos por la normativa en vigencia.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El primer impacto de la aeronave con el terreno se produjo con el extremo del ala derecha, con actitud de nariz abajo y con componentes de guiñada y alabeo a la derecha de aproximadamente 30°. Luego del impacto inicial, la aeronave se desplazó con un rumbo de aproximadamente 360° por unos 30 metros, deteniéndose e iniciándose. La aeronave resultó totalmente destruida.

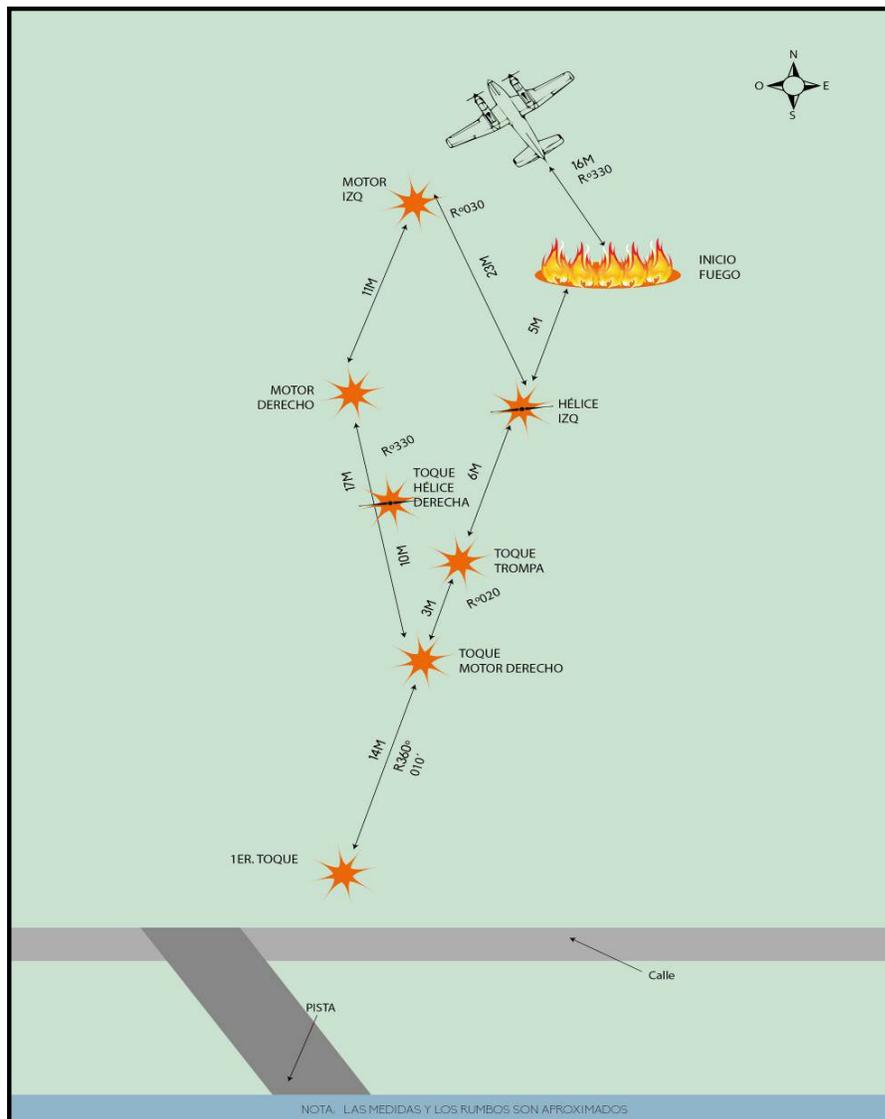


Figura 3. Trayectoria de la aeronave luego del impacto con el terreno

El motor izquierdo quedó próximo a los restos del fuselaje, con indicios de haber sido afectado por el fuego. La hélice izquierda con sus tres palas, separada del motor, quedó enterrada en el lugar del choque contra el terreno, con evidencia de estar entregando potencia al momento del impacto.

El motor derecho se desprendió de su bancada y quedó a la izquierda de los restos del fuselaje, con las tres palas de hélice en posición “bandera” y sin indicios de fuego.



Figura 4. Restos del motor derecho y su hélice

No fue posible obtener evidencia de los comandos, instrumentos, paneles y equipos por el grado de destrucción de los restos.

1.13 Información médica y patológica

El instructor de vuelo falleció al día siguiente del accidente.

El piloto en instrucción fue internado para el tratamiento de las quemaduras graves sufridas como consecuencia del accidente.

No se identificaron factores de origen médico-patológicos pudieran haber influido en el accidente.

1.14 Incendio

Posterior al impacto contra el terreno se produjo un incendio que provocó la destrucción total de la estructura del fuselaje, alas y conjunto de cola.

1.15 Supervivencia

No fue posible verificar el estado de los arneses debido a la destrucción total producto del incendio.

Luego del accidente, ambos pilotos salieron por sus propios medios de la aeronave en llamas, y fueron asistidos por personas que rápidamente habían llegado al lugar. La extinción del fuego y la asistencia a los pilotos se completó al arribo del personal de bomberos, policías y servicios sanitarios. Ambos pilotos fueron trasladados al hospital de General Villegas.

1.16 Ensayos e investigaciones

Los restos de la aeronave estaban bajo custodia de personal policial al arribo del equipo de investigadores al lugar del accidente. El efecto del fuego posterior al impacto era evidente por el estado de los restos de la aeronave. A pesar del estado de deterioro, se pudo verificar que el tren de aterrizaje se encontraba retraído. La evidencia de campo asimismo, sugiere que el timón de dirección habría sido accionado hacia la izquierda, con la aparente intención de compensar el momento de “guiñada” de la aeronave hacia la derecha como consecuencia de la detención del motor derecho. No se pudo determinar la posición de los flaps.

Se identificaron los puntos de impacto de la aeronave y sus distintos componentes; se realizó una simulación de la trayectoria descrita, y se efectuó un diagrama con la dispersión de los restos. También se identificaron componentes y partes principales, se realizaron entrevistas con testigos, y se registraron tomas fotográficas de los restos de la aeronave en el lugar del accidente.

Respecto de los componentes principales, el motor izquierdo se encontró separado de la aeronave y próximo a los restos del fuselaje, con signos de haber sido afectado por el fuego. La hélice del motor izquierdo (el cubo con sus 3 palas) se encontró separada del motor, enterrada cerca del lugar del primer impacto contra el terreno, con evidencia de estar entregando potencia al momento del impacto, y afectada parcialmente por el fuego.

El motor derecho también se encontró separado de la aeronave, al costado izquierdo de los restos, pero sin indicios de fuego. La hélice (el cubo con sus 3 palas) quedó instalada en el motor y en posición de bandera, con deformaciones por golpes contra el terreno.

Determinación de la condición técnica de los motores

Testigos presenciales manifestaron haber observado a la aeronave en los momentos previos al accidente con un motor detenido. Asimismo, el piloto en instrucción manifestó que se había realizado una práctica de emergencia con el motor derecho detenido. Por ello, se consideró pertinente determinar la condición técnica de ambos motores.

Para ello, se trasladaron los motores que equipaban la aeronave accidentada a un taller aeronáutico de reparaciones (TAR) con la debida habilitación y alcance, a los efectos de determinar su condición técnica. El TAR emitió un informe con el resultado de las inspecciones realizadas y de las pruebas en banco de los accesorios.

Según el informe, los componentes del motor derecho ensayados en banco (gobernador de hélice, magnetos, bomba de combustible y unidad de combustible) mostraron un funcionamiento correcto, y las partes rotantes del motor no mostraron signos de falla o mal funcionamiento. Esto lleva a la conclusión que el motor estaba en condiciones de operar con normalidad, y que habría impactado con el terreno con la hélice “en bandera” debido a la operación del comando de gobernador de hélice.

El motor izquierdo, si bien presentaba daños por el impacto y el fuego, pudo ser inspeccionado y sus componentes ensayados. No se encontró evidencia de mal funcionamiento, lo que lleva a la conclusión que el motor izquierdo operaba normalmente al momento del impacto con el terreno.

Mecánica del vuelo

Un piloto privado, que vio el aterrizaje y posterior despegue desde una posición prácticamente lateral a la trayectoria de la aeronave accidentada, manifestó en su testimonio que la velocidad de la aeronave en la carrera de despegue parecía muy baja, y que la aeronave alcanzó escasa altura sobre el final de la pista. Este piloto fue también testigo del incendio de la aeronave.

El Manual de Vuelo del B-55, en la sección “Emergencias”, establece lo siguiente:

Falla del motor después del despegue y en el aire

- Un aterrizaje inmediato es recomendable independientemente del peso de despegue.
- La continuación del vuelo no se puede asegurar si se exceden los pesos máximos de despegue.

- Con pesos superiores al máximo de despegue, puede ocurrir una pérdida de altura durante la retracción del tren de aterrizaje y puesta en bandera de la hélice.

Detención voluntaria de un motor

- La velocidad de mínimo control con un motor detenido está especificada por el fabricante del avión y es la velocidad mínima a la que se puede realizar la detención intencional de motor.
- El uso de la velocidad de seguridad con un motor detenido (V_{sse}) tiene por objeto reducir la pérdida no intencional de control después del corte del motor en o próximo a la velocidad mínima de control en el aire (V_{mca}).
- Demostraciones de la V_{mca} son necesarias en entrenamiento, pero sólo deben realizarse a altitud de seguridad por encima del terreno y cuando la reducción de la potencia de un motor sea realizada en o a más de V_{sse} .

Falla de motor en el despegue

- Si falla un motor antes de alcanzar la velocidad de despegue o por debajo V_{mca} , la única acción apropiada es interrumpir el despegue.
- Si el motor falla después del despegue con el tren de aterrizaje abajo, el despegue debe ser abortado en la pista restante, si es todavía posible.
- Si está en situación de no poder ascender, es mejor reducir la potencia del motor operativo y aterrizar al frente, antes de forzar un ascenso y perder el control de la aeronave.

Las velocidades de operación de la aeronave establecidas por el fabricante para una operación segura en configuración de un solo motor operativo son:

- Velocidad con un motor detenido (intencionalmente): 84 kt
- Velocidad de aproximación: 88 kt
- Velocidad mínima de control direccional, luego de la detención repentina de un motor: 80 kt

Personal del aeródromo que se encontraba en un campo aledaño a la pista, aproximadamente a unos 300 metros del lugar donde se accidentó la aeronave, observó que posterior a un toque y despegue y antes del final de la pista, la aeronave se inclinó a la derecha, perdió altura e impactó contra el suelo, produciéndose inmediatamente el incendio. El mismo personal comentó que el ruido del motor en funcionamiento era normal.

Una persona sin conocimientos aeronáuticos, que efectuaba tareas de campo a aproximadamente unos 400 metros de la cabecera de pista donde se produjo el accidente, observó que el avión venía de frente a la posición en la que él se encontraba, que la aeronave tenía “el motor de la izquierda parado”², y que inició un descenso impactando contra el terreno a unos 150 metros de su posición.

Se confeccionó un cuestionario, que fue respondido por escrito por el piloto luego de varios meses del accidente, dado que estuvo internado inicialmente en el hospital local y luego trasladado a un nosocomio de alta complejidad en la ciudad de Buenos Aires.

De acuerdo con lo manifestado por el piloto, en la maniobra previa al accidente, se había realizado un toque y despegue normal. Una vez en el aire, se procedió a detener el motor derecho para realizar una práctica de emergencia, efectuando el aterrizaje con el motor en bandera. Acto seguido, el instructor de vuelo ordenó despegar con un solo motor. El piloto manifestó además que nunca antes habían realizado un toque y despegue con un motor detenido.

Certificación de la aeronave

La aeronave Beechcraft modelo B-55 Baron posee un certificado tipo emitido por la Federal Aviation Administration (FAA), de Categoría Normal, para un peso máximo de despegue de 5000 libras (lbs), por lo que el fabricante debió demostrar que la aeronave cumple con lo especificado en las normas Federal Aviation Regulation 23 (FAR 23), que son asimismo las que adopta la autoridad aeronáutica argentina.

De acuerdo con la subsección FAR 23.51, la velocidad de rotación (V_r) de una aeronave multimotor terrestre de categoría normal no debe ser menor de 1.05 veces la velocidad de mínimo control (V_{mc}), o 1.10 veces la velocidad de pérdida de sustentación (V_s).

De acuerdo con la subsección FAR 23.67, se debe demostrar que una aeronave de categoría normal de 6000 lbs o menos de peso máximo de despegue puede ascender con un motor inoperativo manteniendo un gradiente de ascenso de 1.5% en las siguientes condiciones:

- El motor crítico inoperativo con su hélice en la posición de mínima resistencia;
- El/los motores remanentes a no más de la potencia máxima continua;
- Tren de aterrizaje retraído;

² En realidad era el motor derecho, pero la persona estaba viendo a la aeronave de frente.

- Flaps de alas retraídos, y
- Velocidad de ascenso no menor de 1.2 veces la velocidad de pérdida.

La subsección FAR 23.149 define como velocidad de mínimo control, o V_{mc} , a aquella velocidad para la cual, cuando el motor crítico de la aeronave repentinamente queda inoperativo, es posible mantener el control de la aeronave en vuelo recto con la misma velocidad y con un ángulo de alabeo de no más de 5° .

Durante el proceso de certificación, el método a utilizar para simular la falla del motor crítico debe representar el modo de falla más crítico que se pueda esperar en servicio con respecto a la controlabilidad de la aeronave.

La subsección FAR 23.149 (d) estipula además que debe ser establecida y designada como V_{sse} a la mínima velocidad para realizar una detención intencional segura del motor crítico de la aeronave.

El motor crítico de una aeronave bimotor es aquel cuya falla produce el efecto más adverso en el control direccional de la aeronave. Para el caso de una aeronave propulsada con hélices que giran en sentido horario, el motor crítico es el izquierdo. Esto es debido a que, de cada motor, la pala que desciende produce más empuje que la que asciende (efecto "P"). Por ende, la pala del motor derecho que desciende, al estar más alejada del centro de gravedad de la aeronave que la pala que desciende del motor izquierdo, produce mayor momento. La figura 5 ilustra este concepto.

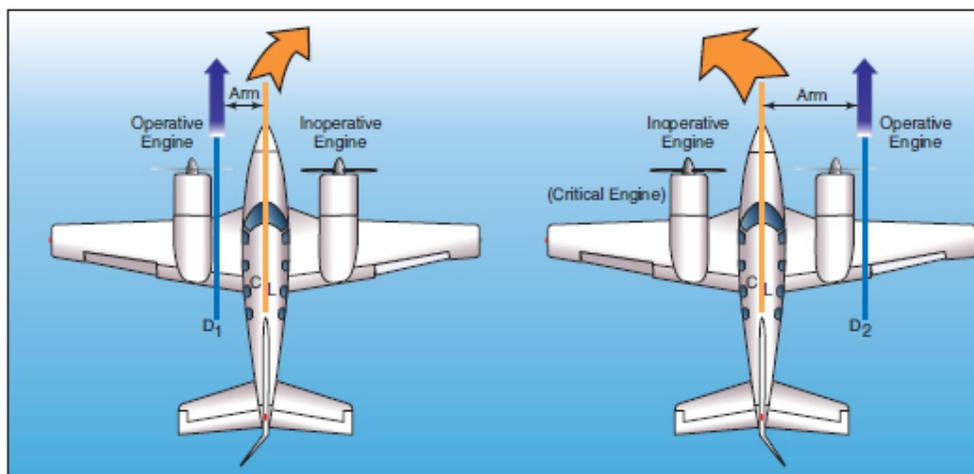


Figura 5. El concepto de motor crítico

En la aeronave Beechcraft B-55 Baron, ambos motores giran en sentido horario por lo que el motor crítico es el izquierdo. De acuerdo con lo determinado por la investigación, el motor detenido en el caso del accidente fue el motor derecho.

El conocimiento de la velocidad de mínimo control V_{mc} es vital para la operación de un bimotor. Para cada modelo de aeronave, la V_{mc} debe ser determinada de forma práctica por el fabricante, mediante vuelos de prueba durante el proceso de certificación; y luego publicada en el Aircraft Flight Manual (AFM) y claramente señalada en los velocímetros de la aeronave con una línea curva roja.

Principios de vuelo con un motor inoperativo

Para el caso en el que una aeronave bimotor experimente un motor inoperativo en el despegue, la mejor performance se logrará manteniendo la Velocidad mínima con un motor inoperativo (V_{yse}), con la máxima potencia disponible en el motor operativo y con la actitud y configuración de mínima resistencia. Para ello es esencial minimizar el derrape. Cuando la aeronave tiene ambos motores operativos, el derrape es eliminado manteniendo centrada la bolita del indicador de viraje (conocido en la jerga aeronáutica como “palo y bolita”). Cuando falla un motor, el empuje asimétrico exigirá establecer una actitud de la aeronave con un ángulo alabeo y posición de la bolita del indicador de viraje determinadas.

No hay ningún instrumento que pueda indicar al piloto la actitud de no derrape en estas condiciones, por lo que se debe adoptar una actitud aproximada al “cero derrape” utilizando técnicas que requieren para ello el accionamiento combinado y coordinado de timón de dirección (para controlar la “guiñada”) y alerones.

Con las alas niveladas y la bolita del indicador de viraje centrada, el vuelo con un motor inoperativo requiere gran accionamiento del timón de dirección hacia el motor operativo; el resultado será un deslizamiento lateral moderado hacia el motor inoperativo y el rendimiento del ascenso se degradará. En estas condiciones la velocidad de mínimo control V_{mc} resultará considerablemente mayor que la publicada en el manual de vuelo de la aeronave.

Aproximaciones y aterrizajes de emergencia simulados

Los pilotos de aeronaves multimotores deben demostrar conocimientos y habilidades acordes con las condiciones de emergencia que la operación de aeronaves multimotores puedan presentar. Por ello, tanto en la formación inicial como en los exámenes prácticos de certificación, y luego de obtener su licencia en forma regular, deben realizar, entre otras maniobras, aproximaciones y aterrizajes de emergencia simulados, mediante la reducción de potencia de uno de los motores.

En los vuelos en los que se simula una condición de emergencia mediante reducción de potencia de uno de los motores, se debe monitorear la temperatura del motor reducido, y tanto el alumno como el instructor deben tener permanente control sobre la potencia de cada motor.

Las aproximaciones y aterrizajes de emergencia simulados deben ser discontinuados de manera inmediata si hubiese dudas que un aterrizaje puede realizarse de manera insegura. En ningún caso se debe “estirar” la situación hasta el punto en el que la seguridad de la operación llegue a estar en juego. Es un contrasentido tratar de desarrollar y mantener hábitos seguros de operación en situaciones de emergencia, y en procura de tal objetivo generar una condición que ponga en peligro a las personas y los bienes.

Transición de aeronaves monomotores a aeronaves multimotores

La diferencia básica en la transición de una aeronave monomotor a una aeronave multimotor es la situación de falla de uno de los motores, en particular durante la maniobra de despegue, ya que esto afecta la performance y el control de la aeronave multimotor (y en muchos casos muy significativamente). Esto es particularmente de consideración en lo que respecta al régimen de ascenso inicial y el control direccional por la potencia asimétrica.

El despegue debe ser planificado de manera tal que no queden dudas de las acciones a seguir en el caso de la falla de uno de los motores.

Se debe estar familiarizado con las capacidades y performance de la aeronave, ya que la falla un motor en el momento mismo del despegue admite solamente dos posibilidades de acción: continuar con el despegue, o aterrizar en la pista misma de la que se está efectuando el despegue.

Si la performance es suficiente como para continuar el vuelo y la aeronave es configurada correctamente sin pérdida de tiempo, el despegue puede continuar. De no ser así, sólo queda reducir la potencia del motor operativo y aterrizar en el área disponible más adecuada.

Además del conocimiento de las posibilidades de la aeronave, siendo el gradiente de ascenso posible el más importante, se debe conocer las distancias disponibles de pista para acelerar o frenar y los obstáculos a sortear.

A los efectos de la planificación, la opción de continuar el despegue es prácticamente inexistente a menos que el rendimiento de ascenso disponible con un

solo motor operativo sea por lo menos 100 a 200 pies por minuto. Aun así, entrarán en juego las condiciones que se presenten en ese momento, por ejemplo, presencia de turbulencia térmica, ráfagas, y la habilidad del piloto para mantener la actitud de la aeronave, velocidad adecuada, ángulo de inclinación y el control del timón de dirección.

El rol del instructor de vuelo

La calidad de la instrucción recibida por el alumno piloto, tanto en tierra como en vuelo, es fundamental para el desarrollo de conocimientos y habilidades para la ejecución de una tarea determinada. Es por ello que un instructor de vuelo debe poseer un conocimiento profundo del proceso de aprendizaje, de los fundamentos de la instrucción, y la habilidad para comunicarse efectivamente con el alumno piloto.

Consideraciones del entrenamiento en aviones multimotores

A efectos que el entrenamiento en aeronaves multimotores se lleve a cabo en forma segura, es esencial la debida consideración de los dos aspectos siguientes³:

- Ningún vuelo debe comenzarse sin una reunión previa (preflight briefing), donde queden claros los objetivos del vuelo, y se acuerden las maniobras a realizar, las acciones esperadas del alumno y los estándares a cumplir; y
- Debe haber un claro entendimiento de cómo se simularán las emergencias y qué acciones se espera que tome el alumno piloto.

La manera de presentar las prácticas de los procedimientos de emergencia ha sido tradicionalmente un tema sensible. Contrariamente a la práctica que prevaleció en el pasado, no es apropiado “sorprender” a un alumno piloto con una emergencia sin haber sido previamente coordinada. Esto se debe a que la efectividad del entrenamiento debe ser cuidadosamente balanceada con las consideraciones de seguridad operacional adecuadas.

La simulación de fallas de motor durante el despegue debe realizarse mediante el control de la mezcla de combustible y a una velocidad no mayor del 50% de *V_{mc}*. Si el alumno piloto no reacciona como se espera, el instructor puede accionar la

³ Aunque están acotadas para vuelos de instrucción en multimotores por ser este tipo de vuelo que desembocó en el accidente, estas consideraciones son de aplicación a cualquier vuelo de instrucción.

palanca de mezcla de combustible para restablecer la condición normal de la aeronave⁴.

Es asimismo práctica recomendada que la simulación de falla de motor en vuelo por debajo de los 3000 pies de altura sobre el terreno sea realizada con una suave reducción de la potencia de uno de los motores y siempre a velocidades iguales o mayores a la Velocidad mínima para la detención voluntaria de un motor en vuelo (V_{sse}). De esta forma el motor estará siempre en funcionamiento y la posibilidad de su uso inmediato en caso de ser necesario estará dada para la tripulación.

La detención de un motor, la puesta en “bandera” de la hélice, y el arranque en vuelo de un motor detenido no deben realizarse por debajo de los 3000 pies de altura sobre el terreno. Las fallas de motor simulado a baja altura, tal como inmediatamente después del despegue, y/o a velocidades próximas a la V_{sse} son desaconsejables, dado que los márgenes de seguridad en estas situaciones son casi inexistentes. Las potenciales consecuencias de simular una falla de motor por debajo de 200 pies son de tal magnitud que hacen altamente desaconsejable la práctica de tales maniobras.

Normas para la impartición de instrucción de vuelo.

Las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC) en su Parte 61, Sub-parte I – Licencia de Instructor de Vuelo establecen el ámbito para impartir instrucción de vuelo. Al respecto, señalan lo siguiente:

61.172 Ámbito para impartir instrucción de vuelo

(a) Ninguna persona titular de una licencia de piloto podrá impartir la instrucción de vuelo exigida para obtener una licencia de piloto de avión, helicóptero, planeador, aerostato o giroplano y sus habilitaciones pertinentes a menos que posea una licencia de Instructor de Vuelo en vigencia y se desempeñe en una Escuela de Vuelo o Centro de Instrucción habilitado, Empresa de Trabajo Aéreo o Transporte Aerocomercial certificada bajo Parte 121 o 135 de estas regulaciones.

(b) Excepcionalmente podrá impartir instrucción en forma particular, debiendo para ello efectuar el requerimiento a la Autoridad Aeronáutica competente.

⁴ Esta consideración surge del documento FAA-H-8080-3B, *Airplane Flying Handbook, Chapter 12 Transition to Multiengine Airplane, Multiengine Training Considerations*.

El vuelo de instrucción que finalizó en accidente estaba siendo conducido bajo lo que la norma transcrita contempla como instrucción en forma particular, es decir, a través de una relación contractual directa entre el alumno piloto y el instructor.

Un instructor de vuelo está facultado para instruir alumnos si:

- Cuenta con la licencia de Instructor de Vuelo con el alcance correspondiente a la categoría de aeronave;
- Posee la experiencia de vuelo que la RAAC 61.178 establece para cada tipo de aeronave⁵;
- Se encuentra dentro de los 2 años del otorgamiento de su licencia o bien dentro de los 2 años de su última revalidación; y
- Realizó tareas de instrucción dentro de últimos 180 días.

El instructor de vuelo involucrado en el accidente cumplía con los requisitos expresados en la norma para la tarea que estaba desarrollando.

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave pertenecía a una empresa privada, cuya actividad primaria era la explotación agro-ganadera.

Al momento del accidente, el instructor tenía autorización para impartir instrucción en forma particular en la aeronave accidentada, al alumno piloto y en el aeródromo donde ocurrió el suceso, según lo previsto en la RAAC 61.172, (b). Ésta autorización tiene validez por 6 meses y fue otorgada en abril de 2014.

La autorización para impartir instrucción en forma particular incluye la presentación de la siguiente documentación:

- Documentación del instructor de vuelo;
- Documentación del alumno;
- Documentación de la aeronave;

⁵ De acuerdo con la RAAC 61.178, además de los requerimientos generales para obtener la licencia de Instructor de Vuelo establecidos en el 61.173, todo solicitante deberá poseer como mínimo la siguiente experiencia de vuelo como piloto, si es Piloto Comercial de Avión o superior, 500 horas de vuelo como piloto al mando, a partir de la fecha que obtuvo la licencia de Piloto Privado Avión, de las cuales 150 horas deberán ser de travesía.

- Documentación general (Autorización del jefe de aeródromo, del propietario de la aeronave, detalle del curso teórico-práctico, certificación de la documentación presentada, y pago de arancel).

1.18 Información adicional

Notificación

La notificación del accidente fue recibida por la JIAAC de forma telefónica por parte de la estación de Policía Comunal General Villegas.

Requisitos para el examen de evaluación por la ANAC

El aspirante a obtener la habilitación para aviones multimotores terrestres de hasta 5700 kg es evaluado en forma teórica y práctica, luego de la instrucción requerida, por un inspector de la autoridad aeronáutica. Para la realización del examen práctico, la ANAC ha publicado un formulario en su página web, donde se detallan todos los ítems y aspectos a evaluar.

El formulario publicado en la web claramente expresa que la evaluación en condiciones de emergencia se realizan a través de condiciones simuladas.

Radiobalizas de localización de emergencia

La aeronave accidentada estaba equipada con una radiobaliza de localización de emergencia (*Emergency Location Transmitter o ELT*). Este transmisor permite que una aeronave accidentada sea localizada y se activen los sistemas de búsqueda y salvamento que permiten la asistencia en la forma más rápida y eficiente posible.

En lo que respecta a la investigación de accidentes, el ELT permite conocer cuando una aeronave ha sufrido un accidente, activar el protocolo de investigación y llegar al lugar lo más rápidamente posible.

Un rol secundario pero no sin importancia del ELT, es que su activación en caso de un accidente evita que una aeronave accidentada pueda ser reparada de manera informal y puesta en servicio sin observar los protocolos y procedimientos establecidos por la normativa para estos casos.

La RAAC 91 – *Reglas de Vuelo y Operación General* establece, en su párrafo 207, que no se puede operar una aeronave civil en la República Argentina a menos que tenga instalado un ELT en condiciones operativas; que cumpla los requisitos de las

órdenes técnicas estándar OTE-C126 y OTE-C91a⁶; que sea un modelo aprobado por COSPAS-SARSAT⁷, y que su código de 15 dígitos haya sido registrado en el Registro Nacional de Radiobalizas. Esta norma establece también, en el punto 207(i) (5), que este requisito no alcanza a las aeronaves afectadas a operaciones de entrenamiento dentro de un radio de 90 kilómetros (50 millas náuticas) del aeropuerto desde donde la operación haya comenzado

Los registros de actividad de la aeronave LV-OHD que pudieron ser recuperados luego del accidente indican que la aeronave realizaba vuelos entre aeródromos que excedían los límites de la excepción.

En este accidente, el Centro Control de Emisiones Argentina, ARMCC, informó que el Sistema Satelital COSPAS-SARSAT no detectó emisión alguna, y que de acuerdo con su base de datos, nutrida por el Registro Nacional de Radiobalizas de la ANAC, la aeronave no poseía un ELT registrado.

Una Circular de Asesoramiento (CA91.207-1B), emitida por la ANAC el 30 de mayo de 2007, describe el procedimiento a seguir por parte de los talleres aeronáuticos de reparaciones para la aprobación de aeronavegabilidad de la instalación de radiobalizas ELT. Esta CA hace referencia, en su punto 3 (Regulaciones y Documentos Relacionados) a la Circular de Asesoramiento CA 91-207-2, (*Inscripción en el Registro Nacional de Radiobalizas de Localización de Emergencia*), que no está publicada en la página web de la ANAC. Esto sugiere que no hay ningún documento publicado por la ANAC de fácil acceso al público que describa el procedimiento de inscripción de las radiobalizas de localización de emergencia.

Asimismo, en el punto 6 “Características del ELT”, la CA91.207-1B pide cumplir con la OTE C-91, la cual fue revisada, siendo la actual en vigencia la OTE C-91a. Es menester que la documentación emitida por la ANAC sea clara y actualizada, a efectos de poder controlar minuciosamente las exigencias y los documentos de los explotadores, propietarios y personal aeronáutico.

⁶ Una OTE (Orden Técnica Estándar) es un estándar de diseño, y contiene el reflejo de cumplimiento del mínimo estándar de diseño que se exige para la certificación de una parte o componente.

⁷ COSPAS-SARSAT es el sistema satelital de detección, recepción y procesamiento de señales de llamadas de socorro y abarca los llamados de socorro aeronáuticos y náuticos.

Las novedades detectadas por la ANAC en cuanto al registro de ELTs llevó a la ANAC a emitir, el 19 de octubre de 2012, un Circular de Información Aeronáutica (AIC) recordando a los propietarios y explotadores la necesidad de registrar el ELT.

El proceso de instalación, aprobación, obtención de códigos, registro y comprobación de ELTs demuestra en la práctica falencias en cuanto al aspecto documental, materialización y control que es necesario reconsiderar.

Regulaciones

En junio de 2015 entró en vigencia la RAAC 141, Centros de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC), que establece los requisitos de certificación y las reglas de operación de un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC), para la formación de tripulantes de vuelo, tripulantes de cabina, despachantes de aeronaves, postulantes a una licencia aeronáutica y/o certificado de competencia requerida en las RAAC Partes 61 (Licencias, Certificados de Competencia y Habilitaciones para pilotos), 63 (Licencias para miembros de la Tripulación excepto pilotos), 64 (Certificados de competencia de tripulantes de cabina de pasajeros), 65 (Personal aeronáutico, excepto miembros de la tripulación de vuelo), y Parte 105 (Paracaidismo).

Esta nueva norma establece entre otras cosas que el centro de instrucción debe poseer un Manual de Instrucción y Procedimientos, (MIP), y un Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS).

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

Se utilizaron las de rutina.

2. ANALISIS

2.1 Introducción

En todo accidente, independientemente de su magnitud, hay niveles sucesivos de análisis, que abarcan desde las circunstancias inmediatas al desencadenamiento del evento, generalmente evidentes en sí mismas. Las circunstancias inmediatas al desencadenamiento del evento se extienden a factores profundos, que sólo se hacen visibles si el análisis perfora la evidencia obvia y bucea en la arquitectura del sistema aeronáutico. Este accidente no es excepción a esta perspectiva; por lo tanto, su análisis se inicia con las circunstancias operativas que llevaron a su desencadenamiento, y continua con los factores sistémicos que permitieron las circunstancias operativas inmediatas al accidente.

El accidente y las circunstancias en torno al mismo hacen que sea necesario describir el contexto operativo inmediato al accidente, y luego ampliar el análisis al contexto macro operativo en función de cinco ejes directores:

- Condición técnica de los motores;
- Técnica de control de vuelo;
- Performance de la aeronave para mantener vuelo con uno de sus motores inoperativos;
- Circunstancias en las que se detuvo el motor derecho y las acciones ejecutadas por el instructor y el alumno piloto; y
- Aspectos relacionados con la instrucción de alumnos pilotos.

El contexto operativo inmediato

El vuelo que culminó en el accidente, se realizaba con fines de instrucción. El piloto que accionaba los comandos (*pilot flying, PF*) deseaba obtener la habilitación para vuelo de aviones multimotores terrestres hasta 5700 kg de peso máximo de despegue, y recibía instrucción impartida por el instructor de vuelo, que actuaba además como piloto de monitoreo (*pilot monitoring, PM*).

El lugar donde ocurrió el accidente, un aeródromo público no controlado, está habilitado por la ANAC. Debido a las características del aeródromo y el tipo operación, no hubo cuestiones de control de tránsito aéreo ni de comunicaciones aeronáuticas relacionadas con el desencadenamiento del accidente.

Las condiciones meteorológicas al momento del accidente eran apropiadas para el tipo de operación que se estaba realizando, y no tuvieron incidencia en el accidente. El viento prevaleciente estaba dentro de las limitaciones prescriptas por el manual de vuelo de la aeronave.

El instructor de vuelo

Los registros obtenidos por la investigación sustentan que el instructor de vuelo tenía una experiencia de vuelo que abarcaba 18 años en la actividad, seis tipos de licencias otorgadas, afectación a tres instituciones como instructor de vuelo, afectación a una institución como piloto aeroaplicador, habilitación en aeronaves monomotores y multimotores, vuelo nocturno, vuelo por instrumentos, planeadores, y remolcadores.

Al momento del accidente la licencia de instructor de vuelo estaba vigente, su experiencia para instruir alumnos en aeronaves multimotores excedía los mínimos de horas establecidos por la normativa en vigencia, su revalidación bianual se encontraba vigente, con su última revalidación de fecha 26 de febrero de 2014, y había desarrollado tareas como instructor de vuelo en los últimos 180 días.

El vuelo en el que se produjo el accidente era conducido dentro de lo que la normativa contempla como instrucción particular. La autorización correspondiente por parte de la ANAC había sido otorgada en el mes de abril de 2014, y este tipo de autorización tiene una validez de seis meses, por lo que se encontraba vigente al momento del suceso.

El alumno piloto

La investigación no pudo verificar la documentación del piloto ni su actividad de vuelo por su destrucción en el incendio de la aeronave. La información de su experiencia de vuelo fue remitida por la ANAC.

La aeronave

La documentación técnica disponible de la aeronave accidentada demuestra corrección formal en cuanto a la observación y cumplimiento de los requisitos normativos en vigencia.

2.2 El contexto macro operativo – Cinco ejes directrices

Eje directriz nº 1: Condición técnica de los motores

Existe correspondencia entre lo manifestado por testigos, lo expresado por el alumno piloto, lo relevado por la investigación en el terreno, y lo informado por el taller que realizó la inspección de los motores luego del accidente, en cuanto a que al momento del suceso, el motor izquierdo se encontraba en funcionamiento y el motor derecho detenido.

El alumno piloto manifestó que el motor derecho había sido detenido voluntariamente para la realización de una práctica de emergencia, y que luego del aterrizaje, el instructor de vuelo ordenó despegar en esa condición, es decir, con el motor derecho detenido. El resultado de la inspección y la prueba en banco de los componentes demuestran que el motor derecho estaba en condiciones de ser operado en forma normal.

El estado de la aeronave debido al incendio no permitió corroborar los resultados de la inspección y prueba en banco por medio de la verificación de los comandos de accionamiento del motor. No obstante, la evidencia disponible en la investigación no deja lugar a dudas en cuanto a que el intento de despegue con un motor detenido no fue consecuencia de una falla de motor sino una maniobra intencional.

Eje directriz nº 2: Técnica de control en vuelo

El accidente se produjo en la fase de despegue, luego de un aterrizaje (toque y despegue) posterior a un circuito de emergencia con el motor derecho detenido.

El despegue con un motor inoperativo no es una maniobra incluida en el manual de vuelo de las aeronaves bimotor⁸. La certificación de aeronaves bimotor no exige la demostración, durante las pruebas de vuelo, de despegue con un motor inoperativo. Por lo tanto, el manual de vuelo del Beechcraft B-55 *Baron* (ni el manual de vuelo de cualquier otra aeronave bimotor) no contempla en sus listas y procedimientos, sea de operación normal, anormal o de emergencia, el despegue con un motor inoperativo.

Lo manifestado por los testigos y la actitud de la aeronave al impactar con el terreno sugiere que la aeronave estaba volando a un déficit de velocidad, producto a su vez del déficit de potencia. Es lógica inferencia que la aeronave estaba mal configurada

⁸ Esta aseveración incluye hasta aeronaves comerciales de gran porte para el transporte de pasajeros con motores jet.

o compensada para la condición de vuelo. Bajo esta combinación de condiciones, el aumento de la resistencia aerodinámica al avance, debió hacer que la velocidad disminuyese aún más, reduciendo adicionalmente la posibilidad de control.

Para que una aeronave que experimenta una detención por falla de un motor en la fase de despegue tenga posibilidad de continuar el despegue y luego mantener el vuelo, debe superar la *Velocidad mínima de control (Vmc)*; se debe configurar con tren de aterrizaje y flaps retraídos; la hélice del motor inoperativo debe estar en “bandera”, y se debe obtener una condición de mínima resistencia aerodinámica al avance. Esto último se logra minimizando el derrape, lo cual impone la necesidad de un pequeño alabeo (*bank angle*) hacia el motor operativo. En el caso de este accidente, esto se hubiese traducido en un alabeo del ala izquierda y el accionamiento por el piloto timón de dirección izquierdo⁹ para contrarrestar el torque del motor operativo.

Los testigos presenciales del accidente coincidieron en manifestar que la aeronave volaba a baja velocidad y en viraje hacia la derecha (el lado del motor detenido), describiendo una parábola, y que tal actitud fue incrementándose hasta el contacto de la aeronave con el terreno.

El análisis presentado lleva por lo tanto a inferir deficiencias en la técnica de control de la aeronave una vez en vuelo lo que, sumado al hecho que la aeronave estaba fuera de su envolvente de operación, llevó a la aeronave a experimentar una pérdida de control en vuelo (*Loss of control in-flight o LOC-I*).

Eje directriz nº 3: Performance de la aeronave para mantener vuelo con uno de sus motores inoperativo

El análisis de la performance del LV-OHD en el intento de despegar con un motor y la posibilidad de completar tal maniobra con éxito, no puede basarse en información factual ni referencias bibliográficas, dado que se trata de una maniobra cuya demostración no está incluida entre las exigencias de certificación de aeronave bimotores. El análisis – no tanto de la performance de la aeronave, sino mas de si hubiese sido posible lograr despegar con un motor detenido con éxito – puede solamente intentarse a partir de una hipótesis de porqué se intentó la maniobra en primer lugar. Puesto de otra forma, qué llevo al instructor de vuelo a pensar que tal maniobra se podría intentar en forma segura.

⁹ En la jerga aeronáutica esto se conoce como “pisar al motor operativo”

El fallecimiento del instructor privó a la investigación de la única fuente de información veraz que hubiese permitido describir, y no juzgar a posteriori, qué llevo al instructor de vuelo a pensar que tal maniobra se podría intentar en forma segura. En tal sentido, el conocimiento por parte del instructor de vuelo de los requisitos de certificación de aeronaves bimotor, del manual de vuelo de la aeronave, de las posibilidades de performance de la aeronave y de sus limitaciones, sus conocimientos aeronáuticos en general y, fundamentalmente, su experiencia pasada, son todos factores que convergen en la formulación de la hipótesis. Ante el fallecimiento del instructor, la única fuente de información es su participación en los cursos bianuales de la ANAC y la evaluación de su desempeño por parte de la ANAC durante los cursos.

La información obtenida por la investigación no permite establecer, con el grado de certeza necesario que impone el análisis de los hechos desencadenantes de un accidente, si (a) era práctica habitual del instructor presentar a sus alumnos maniobras de despegue con un motor inoperativo durante la instrucción de transición a aeronaves bimotores, y (b) si era práctica habitual del instructor presentar a sus alumnos maniobras de emergencia reales en vez de simulación de emergencias.

En el mas amplio panorama de la instrucción de vuelo en la República Argentina, la JIAAC expresa una preocupación de considerable gravedad en cuanto a si la práctica de maniobras de despegue en aviones bimotores con un motor detenido y por ende la práctica de maniobras de emergencia reales en vez de simulación de emergencias, se trata de una situación específica de este accidente, o es una práctica establecida a nivel de sistema de instrucción de vuelo.

Eje directriz nº 4: Circunstancias en las que se detuvo el motor derecho y las acciones ejecutadas por el instructor y el alumno piloto

La dificultad más importante que enfrenta el alumno piloto en la transición de una aeronave de monomotor a una aeronave multimotor es el control de la aeronave en caso de la falla de uno de los motores.

Por lo tanto, el objetivo de realizar prácticas de detención voluntaria de un motor en vuelo es permitir al alumno piloto conocer cómo el vuelo en condición de potencia asimétrica afecta a las características de vuelo de la aeronave, identificar cómo se manifiesta, practicar cómo compensar la asimetría de torque, así como ejecutar el reencendido del motor en vuelo.

Para un vuelo de instrucción de transición, una reunión previa donde se aclare a todos los participantes, sin dudas, los objetivos del vuelo, las maniobras a realizar, las acciones esperadas por parte de cada participante, los estándares a cumplir y el

rol de cada participante en las situaciones previsibles que se pudiesen presentar durante el transcurso del vuelo es esencial, no sólo con vistas a la efectividad de la instrucción, sino para evitar improvisación en caso de situaciones reales de emergencia.

De acuerdo con lo manifestado por el alumno piloto, no hubo una reunión previa al vuelo para establecer el tema de la instrucción y las maniobras a realizar. Este temperamento no es consistente con prácticas operativas ampliamente instaladas en aviación, y en especial con prácticas fundamentales subyacentes a vuelos de instrucción.

En el vuelo del accidente, el motor derecho se había detenido voluntariamente, con la aeronave en vuelo en circuito de tránsito del aeródromo, para realizar una práctica de emergencia. Las prácticas de emergencias en instrucción deben ser simuladas y respetando las condiciones mínimas de seguridad; realizar una simulación de detención de motor por debajo de los 3000 ft sobre el terreno implica un potencial deterioro de significación en la práctica segura de dicha maniobra.

La detención voluntaria de un motor implica colocar a la aeronave en una condición de emergencia real; de ahí el imperativo que esta práctica de emergencia sea simulada. En caso de ser necesario practicar la detención real en vuelo de un motor, deben observarse ciertas condiciones de seguridad operacional mínimas, de las cuales dos son fundamentales: velocidad mayor a la *Velocidad de detención intencional de un motor, V_{sse}* , y altura superior a los 3000 ft sobre el terreno. Ninguna de las dos condiciones estuvo presente en la operación que llevo al accidente.

Respecto de las acciones ejecutadas por la tripulación, es una hipótesis sustentable que la ausencia de una reunión previa al vuelo fue un factor de incidencia en la coordinación de las acciones del instructor de vuelo y el alumno piloto, que influyó negativamente en el desenlace del vuelo.

La evidencia producto de la investigación sugiere, de acuerdo con la actitud de la aeronave observada por testigos instantes antes del accidente, un accionamiento de los controles de vuelo inconsistente con la condición de vuelo con potencia asimétrica en la que se encontraba la aeronave. Es por lo tanto lógica inferencia que las acciones ejecutadas por la tripulación llevaron a la aeronave a una condición de LOC-I que, por la escasa separación de la aeronave con el terreno, resultó irrecuperable.

Eje directriz nº 5: Aspectos relacionados con la instrucción de alumnos pilotos

La RAAC 61.172 establece que las escuelas de vuelos o los centros de instrucción habilitados son el ámbito para impartir instrucción de vuelo, pero acepta como excepción la impartición de instrucción de vuelo en forma particular. No hay ninguna razón en la reglamentación que explique ni justifique la excepción de dar instrucción en forma particular. La inferencia lógica es facilitar el acceso a la instrucción de vuelo a personas y organizaciones que operan aeronaves que están basadas a distancias considerables de escuelas de vuelos o los centros de instrucción habilitados.

No obstante tratarse de una excepción, la información obtenida por la investigación sugiere lo que puede describirse como un grado de “generosidad” en la autorización de aplicación de la excepción reglamentaria contemplada en la RAAC 61.172, aun cuando las personas u organizaciones solicitantes estén basadas a distancias no excesivas de escuelas de vuelos o los centros de instrucción habilitados. En la situación bajo consideración, existen cuatro aeroclubes que ofrecen instrucción de vuelo cercanos a General Villegas, el mas próximo a 105 kilómetros, y el mas lejano a 173 kilómetros. El alumno piloto se había formado como piloto privado en un aeroclub situado a 120 kilómetros de General Villegas. La consideración tipo “carta blanca” de la excepción reglamentaria va ciertamente en desmedro de la instrucción como una de las defensas fundamentales de la seguridad operacional del sistema aeronáutico.

La diferencia entre la instrucción de vuelo impartida dentro de una organización y la instrucción de vuelo impartida en forma particular es la posibilidad de una organización de contar con recursos, estandarización en los parámetros de impartición de instrucción, y control y vigilancia del correcto uso de los recursos y la correcta aplicación de tales parámetros. Lo antedicho actúa como barrera de defensa contra las potenciales consecuencias en la seguridad operacional inherentes a la utilización de una aeronave como medio de instrucción. Además, el control de la eficacia y la calidad de la instrucción por parte de la ANAC se ve facilitada cuando el objeto de inspección es una organización en su globalidad, además el alumno mismo.

Cuando la instrucción se imparte en forma particular, ciertas barreras de las mencionadas en el párrafo anterior pueden no estar presentes, lo que genera un potencial de deterioro en los márgenes de seguridad operacional. Además, la verificación de la eficacia y la calidad de la instrucción está limitada a la verificación del cumplimiento formal de los requisitos normativos establecidos para este caso, y la obtención de la autorización correspondiente que permitirá a un individuo impartir

instrucción siempre y cuando no medien seis meses de inactividad en la impartición de instrucción.

Adicionalmente, en los casos en los que la instrucción se imparte de manera particular, la naturaleza contractual individual de la relación entre el alumno piloto y el instructor puede llevar a magnificar cuestiones relacionadas con la subvaloración de eventuales desviaciones en cuanto al cumplimiento del programa de entrenamiento, la calidad de la instrucción brindada, diferencias de criterio en la evaluación y cuestiones similares, lo que tiene potencial de deterioro adicional en los márgenes de seguridad operacional.

3. CONCLUSIONES

3.1. Hechos definidos

El piloto en instrucción y el instructor de vuelo tenían sus licencias y habilitaciones acorde al vuelo que estaban realizando.

No se identificaron fallas de origen técnico, de mantenimiento o de diseño que pudieran haber influido en el desencadenamiento del accidente.

El peso y centro de gravedad del avión se encontraban dentro de los límites indicados en el manual de vuelo, para el peso máximo de aterrizaje y el peso máximo de despegue, de acuerdo a lo indicado en la Planilla de peso y balanceo.

La meteorología, la infraestructura aeroportuaria y los servicios de tránsito aéreo no influyeron en el accidente.

El Certificado de aeronavegabilidad de la aeronave estaba vigente.

Al momento del accidente, la aeronave tenía el motor izquierdo en funcionamiento, el motor derecho detenido y la hélice en posición “bandera”.

La detención del motor derecho fue intencional.

El accidente se produjo durante un vuelo de instrucción que se estaba desarrollando bajo un contrato particular y de acuerdo con la normativa que contempla esta opción.

El vuelo fue conducido cumpliendo con los requisitos formales que la normativa establece para la aeronave y los pilotos involucrados, sin que intervengan circunstancias externas que pudiesen haber aumentado la complejidad de la operación.

No se realizó la reunión previa al vuelo para establecer los objetivos del vuelo, las maniobras a realizar, las acciones esperadas por parte de cada piloto, los estándares a cumplir y el rol de cada piloto en las situaciones previsibles que se pudiesen presentar durante el trascurso del vuelo.

La aeronave intentó despegar en una condición de emergencia real, con el motor derecho detenido y la hélice en posición “bandera”.

El despegue con un motor detenido en una aeronave bimotor no es un requisito de certificación, y por lo tanto no es una maniobra que se demuestra durante los vuelos de prueba de certificación.

La maniobra de despegue de un bimotor certificado bajo FAR Parte 23 con un motor detenido esta fuera de la envolvente operacional de la aeronave.

La actitud de la aeronave observada por testigos presenciales en instantes previos al accidente indica un accionamiento de los controles de vuelo de la aeronave que era inconsistente con la condición de vuelo con potencia asimétrica de la aeronave.

El uso de los controles de vuelo de la aeronave de manera inconsistente con la condición de vuelo asimétrico, sumado a la condición de operación fuera de la envolvente de la aeronave, llevó a una condición de pérdida de control en vuelo (LOC-I).

Dada la escasa altura de la aeronave sobre el terreno, no fue posible para los pilotos recuperar a la aeronave de la condición LOC-I.

La aeronave estaba equipada con una radiobaliza de localización de emergencia (ELT) según lo establece la normativa vigente, pero el Centro Control de Emisiones Argentina (ARMCC) no detectó emisión alguna del Sistema Satelital COSPAS-SARSAT, y su base de datos, nutrida por el Registro Nacional de Radiobalizas de la ANAC, no poseía información sobre un ELT registrado para la aeronave accidentada.

3.2. Conclusiones del análisis

Durante un vuelo de instrucción, en el que el piloto alumno se estaba adiestrando para la transición de aviones monomotor a aviones multimotor, la aeronave intentó despegar con el motor derecho detenido. Esto llevó a una situación de pérdida de control en vuelo (LOC-I) de la aeronave que, debido a la escasa altura sobre el terreno, resultó imposible recuperar.

La aeronave impactó contra el terreno y fue destruida por el posterior incendio. La combinación de los siguientes factores contribuyó al desenlace del accidente:

- El intento de operación de la aeronave en una condición no contemplada por las condiciones de certificación de la aeronave, para cuya ejecución no existe información ni guía en el manual de vuelo del fabricante.
- La ausencia de una reunión previa al vuelo para establecer los objetivos del vuelo, las maniobras a realizar, las acciones esperadas por parte de cada piloto, los

estándares a cumplir y el rol de cada piloto en las situaciones previsibles que se pudiesen presentar durante el trascurso del vuelo

- El uso de los controles de vuelo de la aeronave de manera inconsistente con la condición de vuelo asimétrico.
 - Probable reducción de los márgenes de seguridad operacional en la ejecución del vuelo de instrucción bajo la modalidad de instrucción particular prevista en la norma RAAC 61.172, apartado b.
-

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

4.1. A la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)

- Uno de los pilares de la operación segura y eficiente de las aeronaves es el conocimiento de las condiciones bajo las cuales las mismas han sido certificadas. Esto permite al piloto conocer qué es lo que la aeronave puede hacer, y que es lo que la aeronave no puede hacer. Este conocimiento es particularmente importante en el caso de aeronaves bimotores de aviación general certificadas bajo la norma FAR 23, debido a limitaciones de performance inherentes a este tipo de aeronaves. Si bien el manual de vuelo es una fuente fundamental de información, un conocimiento mas profundo de las premisas bajo las cuales se certifican las aeronaves FAR 23 es esencial. Por ello se recomienda

Desarrollar e incluir, en los cursos de actualización bianuales de instructores de vuelo, un módulo de instrucción que presente un panorama general sobre la certificación de aeronaves bimotor bajo la parte FAR 23, con énfasis especial en las condiciones de certificación y las velocidades asociadas a cada condición de vuelo demostrada durante los vuelos de prueba.

Requerir normativamente que una adaptación de los contenidos del módulo sobre certificación de aeronaves bimotor bajo la parte FAR 23 mencionado en la recomendación anterior, acorde a las necesidades de la instrucción de transición, sea parte integral del aleccionamiento que los alumnos piloto reciben del instructor de vuelo durante la transición de aeronaves monomotor a aeronaves multimotor.

- Existen marcadas y significativas diferencias entre la operación de aeronave bimotor y la operación de aeronaves monomotor. El conocimiento de estas diferencias es particularmente importante durante la transición de aeronaves monomotor a aeronaves multimotor. Es por ello que autoridades de aplicación, como por ejemplo la Federal Aviation Administration (FAA) de los Estados Unidos de América han publicado documentación de guía (Advisory Circular 61-21A, Flight Training Handbook) que incluye un segmento especial a la transición a aeronaves multimotor (Checkout in a Multiengine Airplane). Por ello se recomienda

Desarrollar y publicar, con la premura que la situación amerita, un documento cuyo contenido proporcione guía inequívoca para la instrucción de transición a la operación de aeronaves multimotor, y que incluya, además de las pautas operativas, las condiciones de certificación de las aeronaves bimotores bajo la parte FAR 23.

Emitir de manera urgente un alerta para las actividades de instrucción de transición a aeronaves bimotor certificadas bajo la parte FAR 23 sobre la importancia de no

practicar maniobras que involucren detención intencional de motores por debajo de 3000 ft sobre el terreno.

- La impartición de la instrucción de vuelo en forma particular, fuera del contexto de protección inherente a las de escuelas de vuelo o a los centros de instrucción habilitados, presenta vulnerabilidades que pueden disminuir los márgenes de seguridad operacional presentes cuando la instrucción es impartida por organizaciones formalmente certificadas y supervisadas. Por ello se recomienda

Modificar la RAAC 61.172 a efectos de especificar, de manera inequívoca, los criterios de aplicación para la guía de quienes deben considerar la oportunidad de otorgar la excepción vigente que permite la impartición de instrucción de vuelo de forma particular, fuera del ámbito de organismos reconocidos de instrucción de vuelo.

Como medida interina hasta la modificación del RAAC 61.172, instituir medidas formales que proporcionen la necesaria certeza a la ANAC que la inspección y vigilancia de las actividades de instrucción dictada en forma particular cumple con los mismos parámetros de seguridad operacional y calidad de instrucción que los que cumple la instrucción en escuelas de vuelos o en centros de instrucción habilitados.

- El Transmisor de Localización de Emergencia o ELT es un equipo diseñado para emitir un llamado de socorro cuando una aeronave sufre un accidente y de esa forma alertar a los equipos de búsqueda y salvamento. Es una preocupación de la JIAAC que surge reiterativamente de la investigación de accidentes recientes que aeronaves que sufrieron accidentes (a) tenían instalado ELT que no emitió señal, (b) tenían instalado ELT que no estaba registrado en el Registro Nacional de Radiobalizas, o (c) debían estar equipadas con ELT pero no lo estaban. Por ello se recomienda

Iniciar con la máxima urgencia la revisión de las actividades de inspección y vigilancia sobre el cumplimiento de las exigencias de disponibilidad y funcionamiento de equipos ELT como requisito para la emisión de Certificados de Aeronavegabilidad, que garanticen el cumplimiento de la normativa vigente. La revisión en cuestión debe incluir, sin estar limitada, a lo siguiente

- *Realizar un relevamiento cruzando la información del Registro Nacional de Aeronaves y el Registro Nacional de Radiobalizas para conocer el estado actual de la aviación civil en cuanto al cumplimiento de la RAAC 91.207;*
- *Regularizar la Circular CA 91-207-2;*

- *Actualizar la Circular CA 91-207-1B; y*
 - *Establecer como requerimiento de aeronavegabilidad el vencimiento de la inscripción de radiobalizas cada 2 años, a los efectos que la información de contactos permanezca actualizada.*
-