

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2019-64464997- -APN-DNIA#JIAAC

Suceso: Accidente

Título: Pérdida de control en vuelo. Tecnam P2002-JF, matrícula LV-GKY, aeródromo de Carcarañá, provincia de Santa Fe

Fecha y hora del suceso: 16 de julio de 2019 a las 19:34 horas (UTC)

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Aeronáuticos

Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

(54+11) 4382-8890/91

info@jst.gob.ar

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato: Aviación. Accidente. LV-GKY. Aeródromo de Carcarañá, provincia de Santa Fe. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, 2024.

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jst

ÍNDICE

SOBRE LA JST	5
SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN	6
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	8
SINOPSIS	9
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	10
1.1 Reseña del vuelo	10
1.2 Lesiones a personas	10
1.3 Daños en la aeronave	10
1.4 Otros daños	11
1.5 Información sobre el personal	12
1.6 Información sobre la aeronave	13
1.7 Información meteorológica	21
1.8 Ayudas a la navegación	21
1.9 Comunicaciones	21
1.10 Información sobre el lugar del suceso	21
1.11 Registradores de vuelo	23
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	23
1.13 Información médica y patológica	26
1.14 Incendio	26
1.15 Supervivencia	26

1.16	Ensayos e investigaciones	27
1.17	Información orgánica y de dirección.....	32
1.18	Información adicional.....	32
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	32
2.	ANÁLISIS.....	33
2.1	Introducción.....	33
2.2	Aspectos técnicos-operativos.....	33
3.	CONCLUSIONES.....	39
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente	39
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación	39
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	41
4.1	A la Administración Nacional de Aviación Civil	41

SOBRE LA JST

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es mejorar la seguridad a través de la investigación de accidentes e incidentes y la emisión de recomendaciones de acciones eficaces. Mediante la investigación sistémica de los factores desencadenantes, se evita la ocurrencia de accidentes e incidentes de transporte en el futuro.

De conformidad con la [Ley N.º 27.514](#) de seguridad en el transporte, la investigación de todo suceso tiene un carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Según el artículo 26 de la [Ley N.º 27.514](#), la JST puede realizar estudios específicos, investigaciones y reportes especiales acerca de la seguridad en el transporte.

Esta investigación ha sido efectuada con el único objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula la ley de creación de la JST.

Los resultados de este Informe de Seguridad Operacional no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones con relación al presente suceso.

SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN

La JST ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de transporte modales, multimodales y de infraestructura conexa.

El modelo ha sido ampliamente adoptado, como así también validado y difundido por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

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

- Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes e inmediatos del evento. Estos constituyen el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema de transporte junto a otros factores, que en muchos casos se encuentran alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las defensas del sistema de transporte procuran detectar, contener y ayudar a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- Los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea o la ocurrencia de fallas técnicas, así como explicar las fallas en las defensas, están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos, y 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 seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

En consecuencia, la investigación basada en el modelo sistémico tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque no guarden una relación de causalidad con el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. De esta manera, la investigación sistémica buscará mitigar riesgos y prevenir accidentes e incidentes

a partir de Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

AAIB: *Air Accidents Investigation Branch* del Reino Unido

AD: Aeródromo

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

ANSV: Agencia Nacional para la Seguridad de Vuelo (Italia)

ARMCC: Centro control de misión argentina

CG: Centro de Gravedad

ATSB: *Australian Transport Safety Bureau*

EASA: Agencia Europea de Seguridad Aérea

ELT: Transmisor de localización de emergencia

GPS: Sistema mundial de determinación de la posición

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

MTOW: Peso máximo de despegue

NTSB: Junta Nacional de Seguridad en el Transporte de los Estados Unidos

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

S.R.L.: Sociedad de Responsabilidad Limitada

TAR: Taller aeronáutico de reparación

TSO: Orden técnica estándar

UTC: Tiempo Universal Coordinado

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe, se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas.

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente experimentado por la aeronave LV-GKY, un Tecnam P2002-JF, en Carcarañá (provincia de Santa Fe), el 16 de julio de 2019 a las 19:34 horas², durante un vuelo de entrenamiento de aviación general.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con el diseño y la operación de las válvulas selectoras de tanque de combustible, así como con la operación de la aeronave.

El informe incluye dos recomendaciones de seguridad operacional dirigidas a la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC).



Figura 1. Posición final de la aeronave. Fuente: investigación JST

² 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 16 de julio de 2019 la aeronave matrícula LV-GKY, un Tecnam P2002-JF, despegó del aeródromo (AD) privado de Carcarañá (provincia de Santa Fe) a las 19:34 horas, en un vuelo de aviación general de entrenamiento.

Durante la fase de ascenso inicial, la tripulación experimentó vibraciones provenientes del motor, las cuales se intensificaron y llevaron a una disminución gradual de las revoluciones hasta su detención total. A una altura aproximada de 200 pies, durante la resolución de la emergencia, se produjo una pérdida de control de la aeronave y posterior impacto.

Como consecuencia del suceso la aeronave resultó destruida y la tripulación sufrió heridas graves.

1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	2	0	0	2
Leves	0	0	0	0
Ninguna	0	0	0	0

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Destruida.



Figura 2. Vista general de la estructura. Fuente: investigación JST

1.3.2 Motor

Daños de importancia.

1.3.3 Hélice

Destruída.



Figura 3. Daños en la hélice. Fuente: investigación JST

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

La certificación del instructor cumplía con la reglamentación vigente.

Instructor	
Sexo	Masculino
Edad	41 años
Nacionalidad	Venezolano, nacionalizado argentino
Licencias	Instructor de vuelo de avión Piloto comercial de primera clase de avión
Habilitaciones	Instrucción de alumnos y pilotos Monomotores terrestres Multimotores terrestres Vuelo nocturno Vuelo por instrumentos
Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 31/08/2019

Tabla 2

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	4.300,0	100,0
Últimos 90 días	120,0	90,0
Últimos 30 días	30,0	20,0
En el día del suceso	1,7	1,7

Tabla 3

El instructor se formó como piloto en la escuela de vuelo Flying Time entre los años 2009 y 2010. Posteriormente, regresó a su país de origen, Venezuela, donde acumuló experiencia como piloto de aeronaves Learjet 45, alcanzando el rango de comandante.

En el 2015, retornó a la República Argentina, donde desempeñó funciones en el sector privado y como instructor de clases teóricas en la escuela de vuelo Flying Time. Unos meses antes del accidente certificó su experiencia de vuelo y obtuvo su licencia de instructor de vuelo.

La certificación del piloto en entrenamiento cumplía con la reglamentación vigente.

Piloto en entrenamiento	
Sexo	Masculino
Edad	23 años

Nacionalidad	Argentina
Licencias	Piloto privado de avión
Habilitaciones	Monomotores terrestres
Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 30/09/2020

Tabla 4

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	18,1	18,1
Últimos 90 días	7,6	7,6
Últimos 30 días	4,4	4,4
En el día del suceso	0,3	0,3

Tabla 5

1.6 Información sobre la aeronave

Costruzioni Aeronautiche Tecnam S.p.A. recibió el Certificado Tipo original de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) para sus productos Tecnam P2002-JF y P2002-JR el 27 de mayo de 2004, con número EASA.A.006; las bases de certificación fueron las EASA CS-VLA³ del 14/11/2003.

La ANAC convalidó el Certificado Tipo original y emitió un Certificado Tipo Argentino con el número VLA-1502 el 28 de octubre de 2015.

Al momento del accidente, la aeronave estaba certificada de conformidad con la reglamentación vigente y mantenida de acuerdo con el plan de mantenimiento del fabricante.

³Especificaciones de certificación de la EASA para aeronaves muy livianas

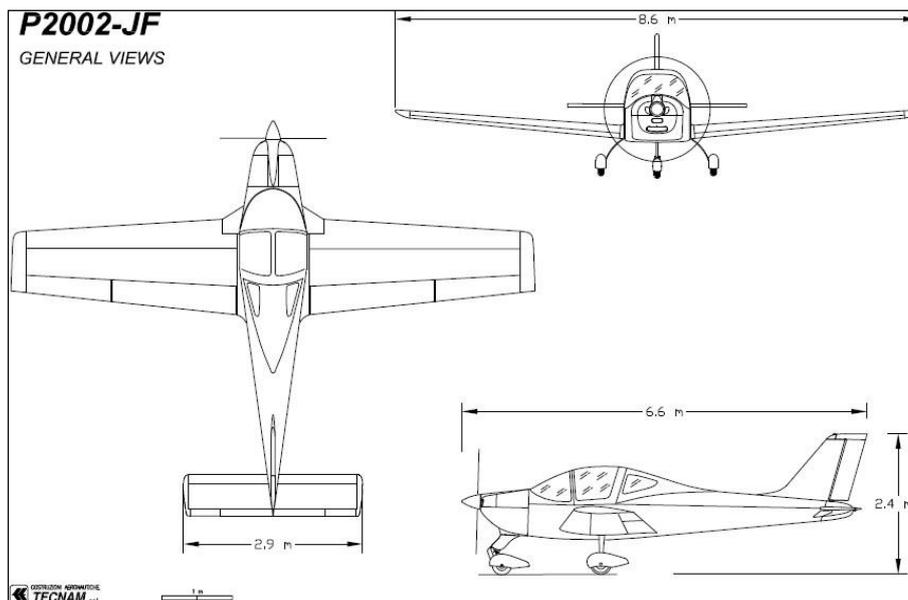


Figura 4. Perfil de la aeronave. Fuente: manual de vuelo de la aeronave

Aeronave		
Marca	Tecnam	
Modelo	P2002JF	
Categoría	Ala fija	
Fabricante	Costruzioni Aeronautiche Tecnam S.p.A	
Año de fabricación	2015	
Número de serie	272	
Peso máximo de despegue	1.365 libras	
Peso máximo de aterrizaje	1.365 libras	
Peso vacío	883,3 libras	
Fecha del último peso y balanceo	10/09/2015	
Horas totales	1.261,7	
Horas desde la última recorrida general	Desde nueva	
Horas desde la última inspección	3,3	
Ciclos totales	No aplica	
Certificado de matrícula	Propietario	Flying Time S.R.L.
	Fecha de expedición	12/04/2017
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Normal
	Fecha de emisión	26/10/2015
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 6

Motor	
Marca	Rotax
Modelo	912 S2
Fabricante	Rotax
Número de serie	4924971
Horas totales	1.261,7
Horas desde la última recorrida general	Desde nuevo
Horas desde la última intervención	3,3
Ciclos totales	No aplica
Habilitación	Hasta el abril de 2031

Tabla 7

Hélice	
Marca	Hoffmann
Modelo	HO17GHMA174177C
Fabricante	Hoffmann
Número de serie	80677
Horas totales	1.261,7
Horas desde la última recorrida general	Desde nueva
Horas desde la última intervención	3,3
Habilitación	Según condición

Tabla 8

Peso y balanceo de la aeronave

El peso y el balanceo de la aeronave se encontraban fuera de la envolvente de vuelo indicada en el manual de la aeronave.

Peso y balanceo al momento del accidente	
Peso vacío	401 kg
Peso de los pilotos	167 kg
Peso del combustible	72 kg
Peso total	640 kg
Peso máximo permitido de despegue	620 kg
Diferencia en más	20 kg

Tabla 9

A continuación, figura la planilla de peso y balanceo entregada por el fabricante de la aeronave, que incluye el cálculo y la determinación del peso y balanceo al momento del despegue desde el AD Carcarañá.

Page 6 - 5

TECNAM P2002-JF - Aircraft Flight Manual

3. WEIGHING REPORT (I)

Model P2002-JFS/N: 272 Weighing no. 1 Date: 10/09/2015

Datum: Propeller support flange without spacer.

$$D = \frac{W_2 \cdot A - W_1 \cdot B}{W_1 + W_2}$$

$$D\% = \frac{D}{1.370} \cdot 100$$

	Kg		meters
Nose wheel weight	$W_1 = 53$	Plumb bob distance ⁽¹⁾ LH wheel	$A_L = 0,556$
LH wheel weight	$W_L = 173,5$	Plumb bob distance ⁽¹⁾ RH wheel	$A_R = 0,556$
RH wheel weight	$W_R = 174,5$	Average distance $(A_L + A_R)/2$	$A = 0,556$
$W_2 = W_L + W_R =$	<u>348,0</u>	Bob distance from nose wheel ⁽¹⁾	$B = 1,027$

Empty weight $W_e = W_1 + W_2 =$ 401,0

$D = \frac{W_2 \cdot A - W_1 \cdot B}{W_e} =$ 0,347 $D\% = \frac{D}{1.370} \cdot 100 =$ 25,3 %

Empty weight moment: $M = [(D+1.370) \cdot W_e] =$ Kg · m 675,28

Maximum takeoff weight	$W_T = 620$ Kg
Empty weight	$W_e = 401$ Kg
Maximum payload $W_T - W_e$	$W_u = 219$ Kg

(1) To determine the Mean Aerodynamic Chord (MAC) and the plumb line see FIG.6-1.

[Signature]

3rd Edition, Rev 0

Section 6 – Weight and Balance
WEIGHING REPORT (I)

Figura 5. Planilla de peso y balanceo. Fuente: investigación JST

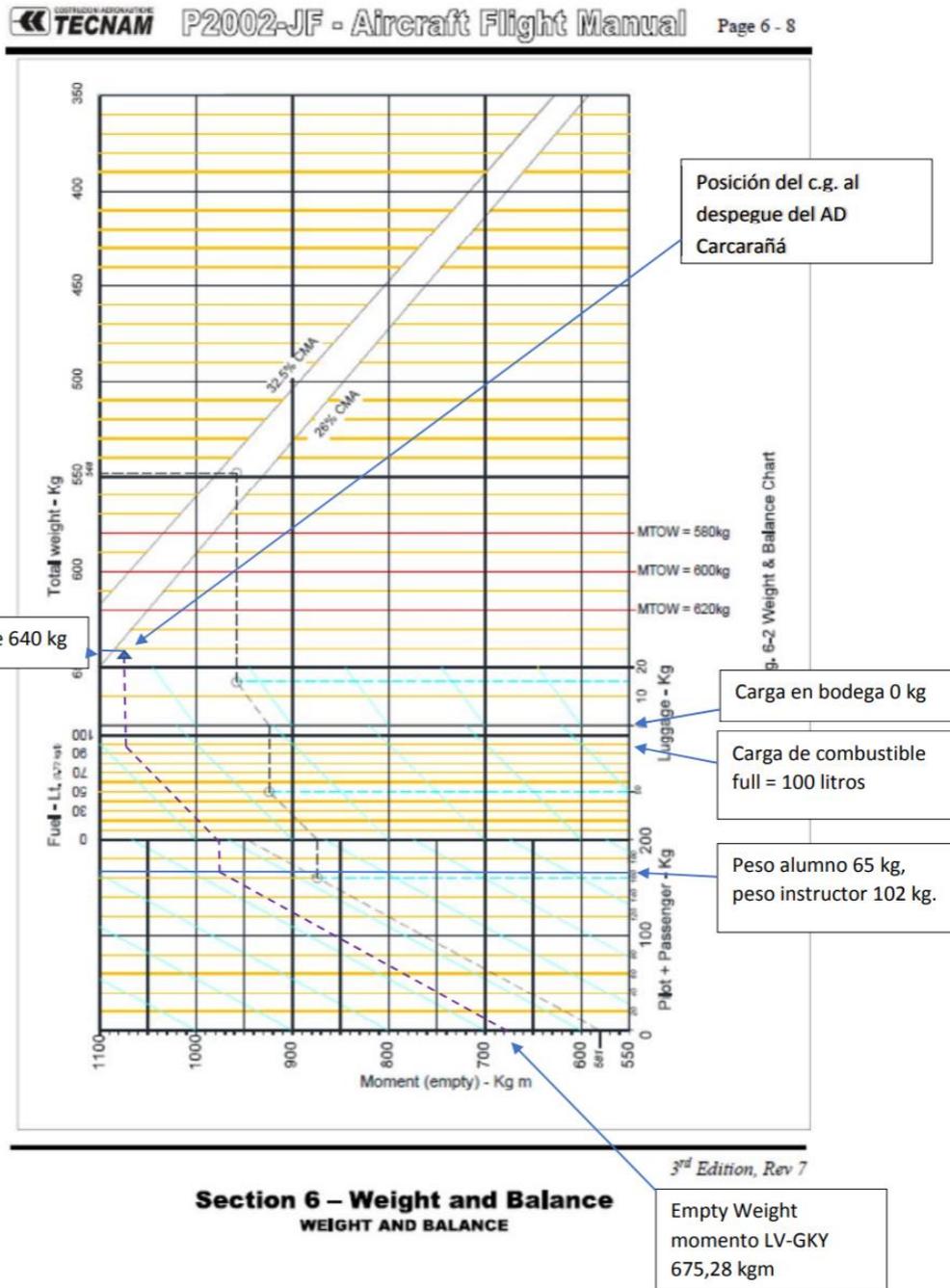


Figura 6. Planilla de peso y balanceo. Fuente: investigación JST

Diseño de los anclajes de los cinturones de seguridad

La inspección de los restos de la aeronave permitió identificar el desprendimiento del arnés de hombro izquierdo del puesto derecho debido al impacto y se observaron fallas en las costuras de los cinturones del puesto izquierdo.



Figura 7. Fallas detectadas en el cinturón de seguridad del puesto izquierdo. Fuente: investigación JST

La evidencia fáctica recolectada sobre las condiciones de los cinturones y arneses de ambos puestos fue compartida con la Agencia Nacional para la Seguridad de Vuelo (ANSV) de Italia, ya que este es el Estado responsable del diseño y fabricación de la aeronave. En razón de ello, se solicitó a la ANSV la documentación de las pruebas de cumplimiento de los requisitos de las normas de certificación.

La ANSV respondió a la solicitud adjuntando el reporte de ensayo, "Report N.º 2002/20 Safety belts & attachments test plan", con el que el fabricante demostró el cumplimiento de la CS-VLA 785 (asientos, cinturones de seguridad y arneses). En ese reporte se hace referencia a que la estructura ensayada fue sometida a pruebas con los esfuerzos correspondientes a las aceleraciones previstas en la CS-VLA 561 para una persona de 86 kilogramos y para una persona de 100 kilogramos (las normas exigen al menos 86 kilogramos).

El cinturón de seguridad del piloto, que pesaba 65 kilogramos, fue encontrado con costuras rotas tras el accidente. De acuerdo con la CS-VLA 785, (b), cada cinturón y arnés de hombro debe ser aprobado y equipado con una unión metal con metal.

Diseño y operación de la válvula selector de tanque (fuel selector valve)

La aeronave tenía instalada una válvula selector de tanque marca Andair, modelo EFS20. Conforme la CS-VLA 777 (controles de cabina de pilotos) establece, cada control debe estar ubicado de manera conveniente y que prevenga la confusión y la operación inadvertida. Para los selectores de alimentación de combustible, se debe cumplir con la CS-VLA 995 (válvulas y controles del sistema de combustible). Para los selectores de combustible de accionamiento mecánico, se requiere lo siguiente:

- i. La indicación de la posición de la válvula de combustible debe realizarse mediante un puntero, y se debe proporcionar una identificación clara y con sensación de bloqueo (*detent*); y
- ii. El puntero del indicador de posición debe ubicarse en la parte del mango del selector con dimensión máxima, medida desde el centro de rotación.

Para los selectores de combustible, tanto mecánicos como eléctricos, con una posición de corte de combustible, la marcación de la posición de corte (OFF) debe ser de color rojo.

La CS-VLA 995 requiere que el piloto tenga la capacidad de cortar rápidamente el suministro de combustible al motor, con protección contra un cierre accidental del paso de combustible. También se debe permitir que el piloto pueda volver a abrir rápidamente el paso de combustible después de haberlo cerrado. Además, el diseño debe minimizar la posibilidad de una instalación incorrecta y debe cumplir con los siguientes requisitos:

- i. Requerir una acción separada y distinta para colocar el selector en la posición "OFF"; y
- ii. Las posiciones del selector de tanques deben estar ubicadas de manera que sea imposible que el selector pase de la posición "OFF" al cambiar de un tanque a otro.

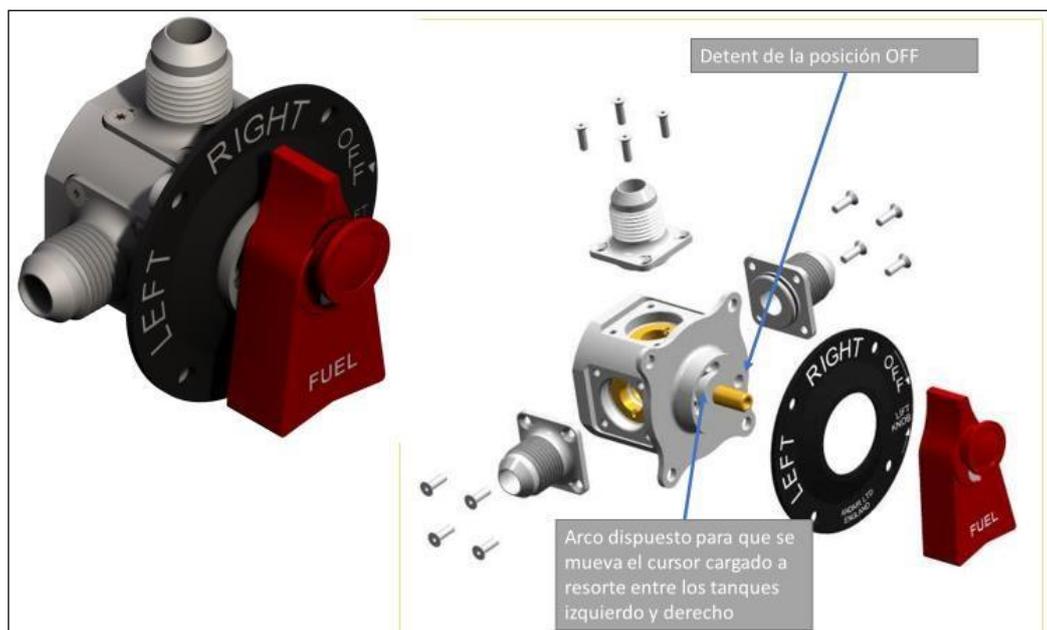


Figura 8. Modelo de *fuel selector valve* que equipaba al LV-GKY. Fuente: investigación JST

Listas de procedimientos que incluyen a la válvula selectora de tanque

La revisión de las listas publicadas por el fabricante en el manual de vuelo de la aeronave reveló que, en la lista correspondiente a la inspección exterior previa al vuelo, se requiere posicionar la válvula selectora de tanque en la posición ON que no existía.

- L Right flap and hinges: visual inspection.
- M Right aileron, trim tab and hinges: visual inspection, check free of play, friction; Right side tank vent: check for obstructions.
- N Right leading edge and wing skin: visual inspection.
- O Right fuel filler cap: check visually for desired fuel level. Drain the right fuel tank by the drainage valve using a cup to collect fuel. Drainage operation must be carried out with the aircraft parked on a level surface. Check for water or other contaminants. Close filler cap.
- P Set the fuel selector valve to ON. Drain circuit using a cup to collect fuel by opening the specific drainage valve (part of the gascolator). Check for water or other contaminants.
- Q Nose wheel strut and tire: check inflation, tire and rubber shock absorber discs condition.

Figura 9. Lista de procedimientos para la inspección exterior de la aeronave. Fuente: investigación

JST

1.7 Información meteorológica

Las condiciones meteorológicas volcadas al informe se corresponden con la información disponible en el Aeropuerto Internacional Rosario (provincia de Santa Fe) para la hora del accidente. De acuerdo con las entrevistas realizada en el AD Carcarañá, las condiciones eran similares a las registradas en Rosario.

Información meteorológica	
Viento	360° / 19 km/h
Visibilidad	Normal
Fenómenos significativos	Ninguno
Nubosidad	Sin datos
Temperatura	16°C
Temperatura punto de rocío	Sin datos
Presión a nivel medio del mar	1.021 hPa
Humedad relativa	40%

Tabla 10

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No relevante.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	10 km al este de Carcarañá, Santa Fe
Coordenadas	32° 53' 26" S – 61° 7' 2" W
Superficie	Tierra
Dimensiones	762x30 metros
Orientación magnética	11/29
Elevación	121 pies
Normas generales	No aplica

Tabla 11

El AD de Carcarañá se encuentra 10 kilómetros al este de la localidad homónima, en un lote rectangular de 1.000 metros (este–oeste) por 600 metros (norte–sur).



Figura 10. AD Carcarañá. Fuente: investigación JST

En los lados que se extienden en sentido norte-sur, se encuentran postes y cables de tendido eléctrico que alcanzan una altura de siete metros. Debido a esta infraestructura, la longitud de la pista, que se desarrolla de este a oeste, se vio limitada a 762 metros para garantizar el cumplimiento de la pendiente de ascenso del 5%. Al momento del accidente, la superficie de la pista se encontraba en muy buen estado.



Figura 11. AD Carcarañá visto desde el lote donde se accidentó el LV-GKY. Fuente investigación JST

La orientación este-oeste de la pista implicaba que las operaciones generalmente se realizaban con vientos cruzados, ya que en la zona, estadísticamente, los vientos provienen del sector sur o norte.

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave tenía instalado un sistema de rastreo satelital que emitía en tiempo real su posición y velocidad, según se puede ver en la siguiente imagen:

Doble circuito en CDI en el primero (de 360) se puede interpretar que no aterriza o aborta y luego hace circuito normal por izquierda, aterriza y se dirige a combustible.



Figura 12. Circuitos y aterrizaje del LV-GKY registrado por el sistema de rastreo satelital en el AD Carcarañá. Fuente: investigación JST

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El accidente tuvo lugar en un campo de rastrojos de soja a 385 metros de la cabecera de pista 29 del AD Carcarañá. El terreno abarcaba una superficie de 500 por 1.500 metros y presentaba una superficie firme y nivelada.

La aeronave impactó el terreno de forma descontrolada, con un ángulo de descenso muy pronunciado. No se encontraron marcas de arrastre y, tras el impacto, quedó invertida. No se observó dispersión de restos, evidencia de movimiento o piezas faltantes en la aeronave que se hubieran desprendido antes del impacto.



Figura 13. Daños experimentados por la aeronave. Fuente: investigación JST

Desarrollo del vuelo

En el predio del aeródromo, se encontraban instaladas en el hangar dos cámaras de vigilancia que no grababan de manera continua, sino que se activaban al detectar movimiento y grababan durante 40 segundos antes de detenerse. Estos registros, junto con el sistema de rastreo, permitieron reproducir los momentos previos al accidente.



Figura 14. Últimas imágenes del LV-GKY antes del suceso. Fuente: investigación JST

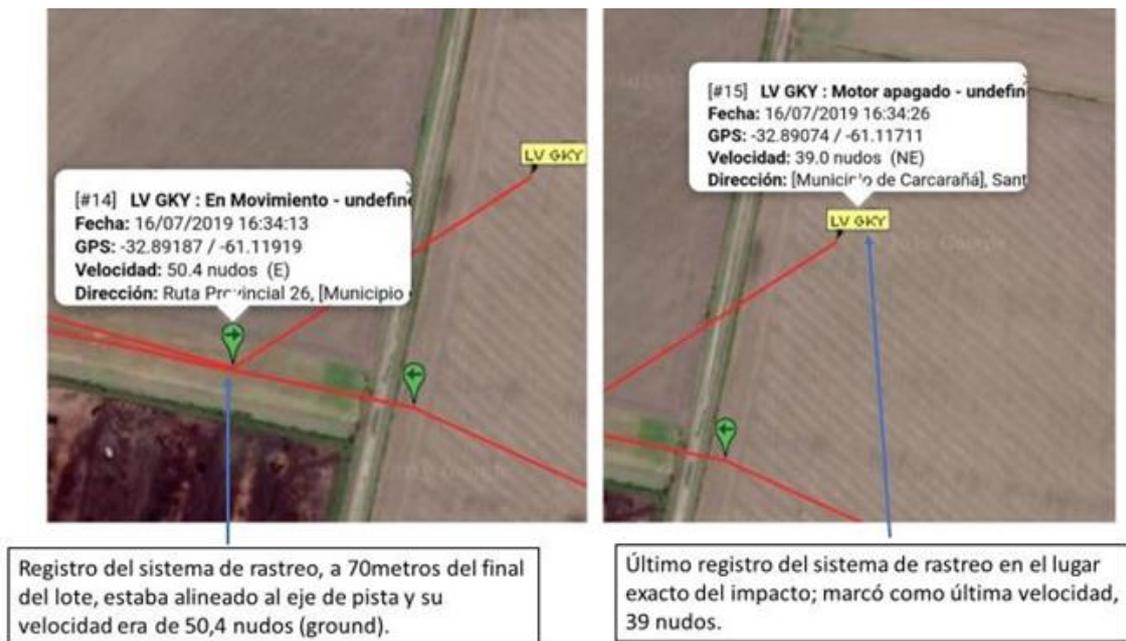


Figura 15. Últimos registros del sistema de rastreo. Fuente: investigación JST

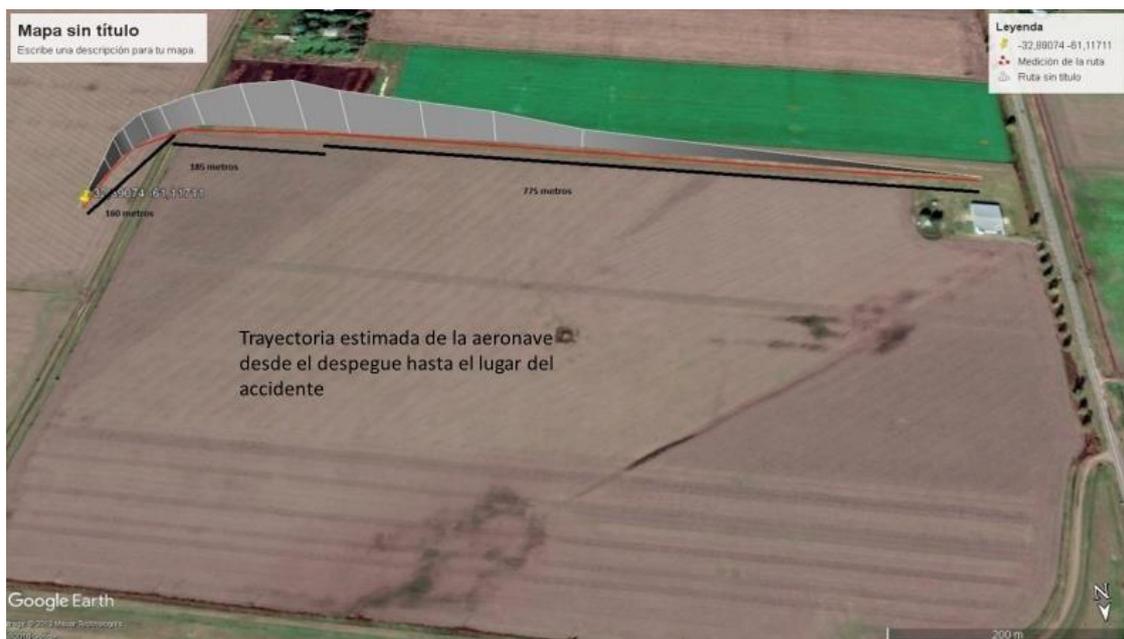


Figura 16. Trayectoria estimada del LV-GKY. Fuente: investigación JST

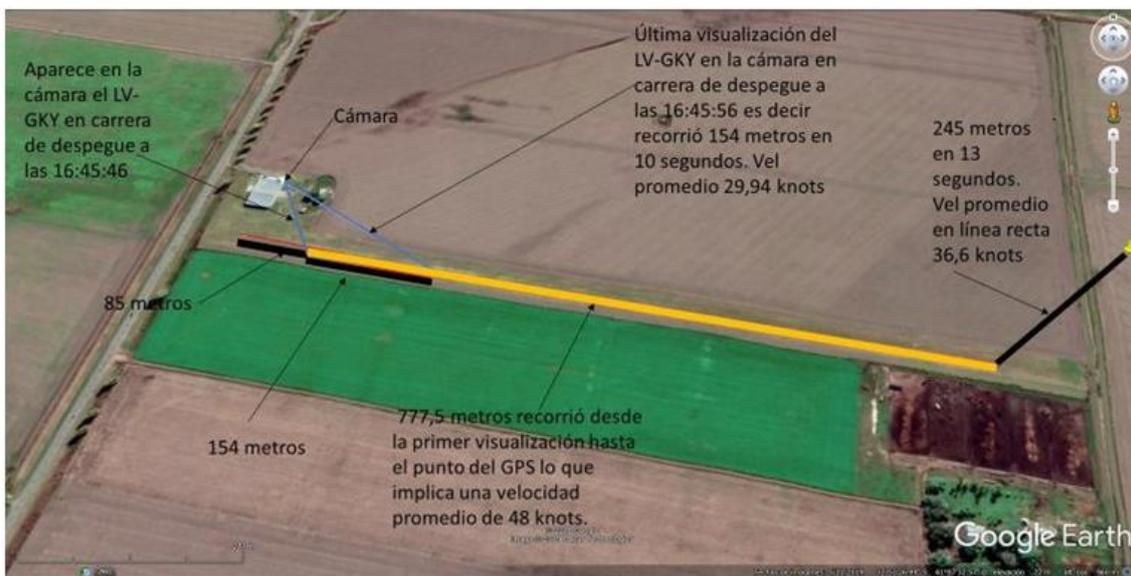


Figura 17. Información recolectada. Fuente: investigación JST

1.13 Información médica y patológica

No se detectó evidencia médico-patológica de la tripulación relacionada con el accidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

El instructor y el piloto quedaron atrapados dentro de la aeronave. El piloto fue rescatado por una persona que había sido alertada del accidente mientras circulaba por la autopista Córdoba-Rosario. Por su parte, el instructor necesitó la asistencia de los bomberos de la ciudad de Carcarañá y fue trasladado en helicóptero a un sanatorio en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

Ambos ocupantes disponían de cinturones de seguridad de cintura y hombro. Se encontró que uno de los anclajes del cinturón de hombro del instructor estaba desprendido del herraje que lo unía a la estructura de la aeronave.

La aeronave estaba equipada con un transmisor de localización de emergencia (ELT), el cual estaba activado y emitiendo señal al momento de la llegada de la JST al lugar del accidente.

Se confirmó con el centro de control de misión argentina (ARMCC) la recepción de la señal por parte del sistema de socorro y posteriormente el ELT fue desactivado.

1.16 Ensayos e investigaciones

Con motivo de la investigación, se realizó una solicitud a Italia, el estado de diseño y fabricación de la aeronave, para que se designe un representante acreditado. Además, se cursó el pedido de la siguiente información:

1. Copia de la demostración de cumplimiento del punto CS-VLA 785, asientos, cinturones de seguridad y arneses.
2. Copia de la demostración de cumplimiento del punto CS-VLA 1323 sistema de indicación de velocidad.
3. Antecedentes de reportes del sistema de dificultades en servicio relacionados con la válvula selectora de tanques.
4. Aprobación de la EASA, orden técnica estándar (TSO) o certificado de conformidad de la válvula selectora de tanque con número de parte EFS20X2-LAL.

La respuesta a cada uno de estos puntos fue proporcionada por el fabricante de la aeronave a través del representante acreditado de la ANSV de Italia.

Comandos de vuelo

Durante la investigación de campo se verificó la condición de los comandos de vuelo. Se encontró que los *flaps* estaban en posición de 15° en ambas alas, lo cual concuerda con la fase de vuelo y sugiere que la aeronave no había superado los 200 pies de altura. Además, los alerones estaban desconectados debido a que las barras de conexión estaban rotas.



Figura 18. Comandos de vuelo. Fuente: investigación JST

En el grupo de cola, se observó que el *trim* de profundidad (compensador de profundidad) estaba completamente elevado y mecánicamente unido al estabilizador horizontal. Por esta razón, se procedió a desmontar el motor actuador y se instaló en la aeronave LV-GUX, un Tecnam 2002-JF también propiedad de la misma escuela de vuelo. Al conectarlo, se verificó que estaba en posición centrada, y al accionarlo en ambos sentidos se comprobó su correcto funcionamiento.



Figura 19. Actuador de *trim* de profundidad del LV-GKY (derecha) instalado en la aeronave LV-GUX e indicación de las diferentes posiciones observadas (izquierda). Fuente: investigación JST

Motor

El 27 de julio de 2019 -once días después del accidente- Rotax emitió el *Service Bulletin*, SB-912-073 / SB-914-055 de carácter mandatorio.

El boletín tenía el propósito de advertir sobre posibles problemas en el proceso de fabricación de los anillos de seguridad instalados en la aguja del carburador, lo que podría llevar a una fractura parcial. Esta situación, a su vez, podría permitir el movimiento de la aguja y resultar en una falla de funcionamiento del motor.

En el taller aeronáutico de reparación (TAR) de la escuela de vuelo, se procedió a desmontar los carburadores y se verificó la adecuada condición de todos sus componentes.



Figura 20. Carburadores del LV-GKY. Fuente: investigación JST

El motor fue desmontado y llevado a un taller con representación oficial de Rotax, donde se desarmó completamente. Se verificó que no presentaba defectos ni roturas mecánicas. Además, se examinaron minuciosamente los componentes y accesorios, llegando a la conclusión de que el motor no mostraba indicios de fallas o malfuncionamiento.

Hélice

La condición de la hélice mostró la fractura de una de las palas a la altura de la raíz, sin evidencias de golpes en los bordes de ataque y de fuga de ambas palas. Se determinó que la

rotura de la pala era consistente con una fractura por flexión, indicativa de un impacto directo en el terreno, sin evidencia de movimiento de rotación.

Válvula selectora de tanque

La válvula selectora de tanque, junto con su prolongación y el soporte de instalación en la cabina fueron encontrados desprendidos en el lugar del accidente. El dial selector estaba en una posición intermedia entre *LEFT* y *RIGHT*.



Figura 21. Válvula selectora de tanque. Fuente: investigación JST

Posteriormente, se desmontó la válvula selectora y se detectó presencia de combustible (gotas) en las conexiones entre los tubos procedentes de los tanques izquierdo y derecho y la válvula (ingreso de combustible a la válvula). Sin embargo, en la línea que conectaba la válvula (salida) con el motor no se detectó presencia de combustible.

Para determinar la posición de la válvula selectora, se colocó la prolongación y se marcó de manera indeleble en el cuerpo de la válvula. Con esta posición registrada, se suministró aire a los ingresos y se evaluó la respuesta de la salida. El resultado fue que el paso de aire estaba bloqueado.

La investigación determinó que la posición de la válvula selectora del LV-GKY estaba aproximadamente a 45° a la izquierda de la posición de selección del tanque izquierdo. En

esta posición, el paso de combustible por la salida de la válvula estaba significativamente restringido.

Con la colaboración del aeroclub Sunchales que proporcionó una aeronave, se llevaron a cabo pruebas para determinar las consecuencias en cuanto al funcionamiento del motor con la válvula en esa posición. Mediante las pruebas, se determinó que al colocar la válvula en la misma posición que se encontraba en el LV-GKY, el motor falló a los 30 segundos y se detuvo a los 34 segundos.

La posición y respuesta exactas de la válvula selectora de tanque fueron determinadas a través de un ensayo realizado por la Dirección de Asistencia Técnica de la provincia de Santa Fe. La figura 22 muestra el caudal de líquido que pasa a través de la válvula proveniente de los tanques en función de la posición de la válvula selectora. En azul se representa el caudal que fluye a través de la salida de la válvula en función del ángulo de selección, medido en centímetros cúbicos (cm³), con una presión de 1 metro de columna de agua equivalente a 1,42 PSI (libras por pulgada cuadrada).

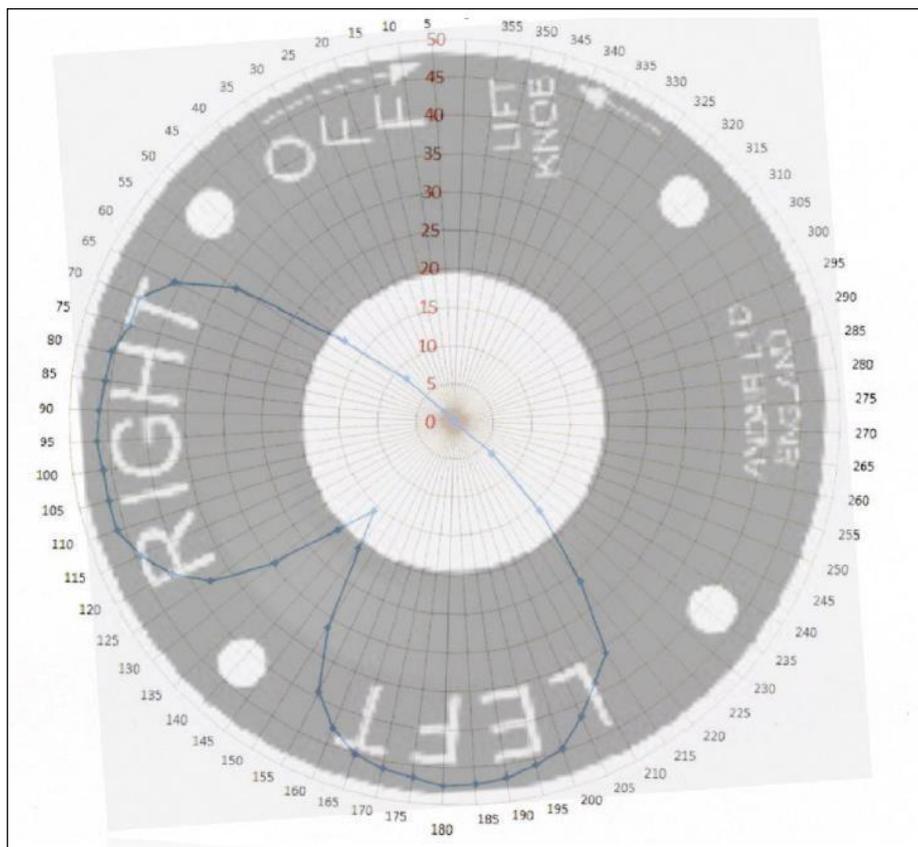


Figura 22. Respuesta de la válvula selectora. Fuente: investigación JST

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave pertenecía a la escuela de vuelo Flying Time, la cual operaba en el Aeropuerto Internacional Rosario desde 1993. ofrecía cursos teóricos y prácticos para diversas licencias de piloto, incluyendo privado, comercial, de primera clase, aeroaplicador e instructor de vuelo. Además, impartía cursos para tripulantes de cabina de pasajeros, despachantes de aeronaves y personal de rampa.

La flota de la escuela estaba compuesta por cinco Piper PA-38 Tomahawk, dos Tecnam P2002JF, dos Petrel 912i, un Piper PA-28 Cherokee y un Piper PA-34 Seneca I.

1.18 Información adicional

Antecedentes de casos similares

Al contactar a las personas del aeroclub que colaboraría en las pruebas y al detallar los ensayos a realizar, informaron que la institución había experimentado un suceso similar durante el despegue con otra aeronave Tecnam P2002 Sierra de su flota. A una altura de entre 150 y 200 pies, el motor se detuvo y los pilotos ejecutaron un aterrizaje de emergencia sobre la pista.

Al inspeccionar la cabina, notaron que la válvula selectora de tanque estaba posicionada hacia el tanque izquierdo. Luego de corregir la posición, pudieron reiniciar la aeronave y regresar a la plataforma del aeródromo.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

La investigación detallada del accidente de la aeronave LV-GKY en el aeródromo de Carcarañá consideró en primera instancia las posibles razones de la pérdida de potencia del motor. Con motivo de ello, se llevaron a cabo inspecciones y pruebas para evaluar el estado y funcionamiento tanto de los comandos de vuelo como del motor.

Las entrevistas con los ocupantes ofrecieron una perspectiva sobre la secuencia de eventos que culminaron en la pérdida de control de la aeronave. Asimismo, se investigaron aspectos como la operación de la válvula selectora de tanque, la estabilidad de la aeronave y la integridad de los sistemas de sujeción.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Con motivo de la investigación se realizaron inspecciones y verificaciones del estado y condición de los comandos de vuelo de la aeronave. Se encontraron barras de accionamiento rotas en algunos mandos, mientras que en otros casos estaban desprendidas y dobladas. Sin embargo, en ningún caso se identificaron indicios que pusieran en entredicho su condición previa al impacto con el terreno.

Adicionalmente, se llevó a cabo una prueba del actuador del *trim* de los elevadores y se verificó su posición en el momento del impacto, al instalarlo en otra aeronave. Se constató que estaba en posición centrada, lo cual concuerda con la posición para la fase de despegue.

Conforme las entrevistas realizadas a los ocupantes de la aeronave, se determinó que el motor comenzó a fallar tras la rotación, experimentó primero una pérdida parcial y luego total de potencia. Posteriormente, durante la gestión de la emergencia, la tripulación perdió el control de la aeronave.

Para identificar el origen de este mal funcionamiento, se inspeccionó el motor en un taller autorizado por el fabricante, se analizaron la hélice, los componentes y el suministro de combustible. También se revisó la documentación técnica para identificar problemas preexistentes.

Al respecto, los registros de mantenimiento no indicaron fallos ni problemas técnicos previos. Ambos tanques alares se encontraron rotos y vacíos, aunque se verificó la presencia de combustible en la aeronave por rastros de derrame en los alrededores del accidente. Se tomó una muestra de combustible de la abastecedora y los análisis de laboratorio confirmaron que se encontraba apta y que era compatible con combustible de uso automotor. Además, no se detectaron roturas en partes mecánicas y los componentes del motor analizados no presentaron problemas técnicos.

El análisis de la fractura de la hélice fue llevado a cabo con la colaboración de un fabricante especializado en hélices de madera. A diferencia de las hélices metálicas, la interpretación de los daños es más compleja en este caso. Las evidencias obtenidas apuntan a que la aeronave impactó el terreno sin que la hélice estuviera en movimiento, lo que implica que en ese momento el motor se encontraba detenido. La hélice no mostraba signos de impacto en los bordes de ataque y fuga de ambas palas. Las punteras de las palas estaban en buen estado y las fibras de la pala fracturada señalaban una rotura por flexión en el eje longitudinal de su envergadura.

Pérdida de potencia

A partir de la posición en la que se encontró la válvula selectora de tanque (aproximadamente a 45° a la izquierda de la posición de selección de tanque izquierdo, obstruyendo el paso de combustible) se infiere una alta probabilidad de que se tratara de un caso de "*fuel starvation*". Este término se utiliza para describir situaciones en las que una aeronave, teniendo suficiente cantidad de combustible, experimenta una falla de motor debido a la falta de suministro o interrupción de este.

Durante la investigación, al desmontar la válvula, se observaron rastros de combustible en las conexiones provenientes de los tanques, pero no en la conexión de salida. Este hallazgo fue otro indicio de una posible "*fuel starvation*".

La respuesta de la ANSV a la JST confirmó que la válvula selectora de tanque instalada en la aeronave no tenía una certificación de aeronavegabilidad y que había sido aprobada por similitud con la asistencia de especialistas de la EASA. Las normas de certificación de la aeronave no requerían una certificación individual del componente.

Se tuvo conocimiento de un incidente con una aeronave Tecnam P2002 Sierra en un aeródromo de la provincia de Santa Fe, en el que se experimentó una pérdida total de potencia durante el despegue. Tras el aterrizaje de emergencia, se confirmó que la detención se debió a un error en la selección de la posición de la válvula selectora de tanque de combustible, la cual se encontraba a la izquierda de la posición LEFT.

Basándose en este antecedente, se realizaron entrevistas con pilotos e instructores de vuelo que operaban este modelo de aeronave, a quienes se les solicitó que operen la válvula selectora de tanques de combustible. Se observó que, en algunos casos, al mover la válvula desde la posición OFF a LEFT o RIGHT, se levantaba el botón cargado a resorte (*knob*) y se lo mantenía en esa posición hasta el tanque deseado, para luego soltarlo en la posición seleccionada. Esta forma de operación permite colocar la válvula en una posición diferente a las previstas (LEFT – RIGHT - OFF).

Existe una cantidad significativa de accidentes aéreos relacionados con situaciones de "*fuel starvation*" documentados en informes de organismos de investigación de accidentes de aviación como NTSB, ATSB y AAIB. Dentro de estos, se han referenciado incidentes que involucraban problemas con las válvulas selectoras de tanques. Este contexto motivó un análisis específico del diseño y características de la válvula utilizada en las aeronaves Tecnam P2002.

Diseño de la válvula selectora de tanques

La evaluación comparativa de las especificaciones de diseño de la válvula con los requisitos de aeronavegabilidad establecidos en las bases de certificación de tipo reveló tres aspectos de diseño que requieren atención en conformidad con la CS-VLA 995:

- La válvula selectora de tanque no presenta la marcación de la posición de corte (OFF) en color rojo
- La válvula puede girar libremente los 360° en sentido horario y antihorario si se mantiene levantado el botón cargado a resorte, lo que no brinda una protección suficiente contra un cierre accidental del paso de combustible
- La válvula permite pasar por la posición de corte (OFF) al cambiar de tanque si se lo hace con el botón cargado a resorte levantado

Además, se observa que el diseño de la válvula podría inducir a error dado que no cuenta con una marca que permita identificar de manera inequívoca cada posición.

El manual de vuelo de la aeronave no proporciona instrucciones para el uso de la válvula selectora ni incluye una advertencia o alerta que informe a la tripulación sobre las posibles consecuencias de una operación incorrecta o una posición inadecuada de la válvula.

En vista de estos hallazgos, la respuesta de la válvula en relación con una lógica discreta de selección de tanques y corte permite inferir que la solución técnica para brindar seguridad a su operación debe ser reevaluada.

Operación y estabilidad de la aeronave

De acuerdo con los hallazgos de la investigación, el accidente se originó por una pérdida parcial y luego total de potencia del motor. Ante esta emergencia, la tripulación se concentró en llevar a cabo el aterrizaje de emergencia, momento en el que se produjo la pérdida de control de la aeronave. A pesar de la combinación de factores externos, como la presencia de obstáculos o el viento cruzado, que estaban dentro de las limitaciones del sistema, estos no determinaron el desenlace del vuelo.

Sin embargo, la investigación determinó que el peso de la aeronave al momento del accidente se encontraba por encima del máximo permitido para el despegue, y el centro de gravedad (CG) fuera del rango previsto en las limitaciones de operación. El exceso de peso afecta el rendimiento de la aeronave al aumentar la distancia de despegue y la velocidad de pérdida. Sin perjuicio de ello, no fue posible determinar fehacientemente el impacto del exceso de peso y la posición del CG en la capacidad de controlar la aeronave para efectuar un aterrizaje de emergencia controlado.

El modelo de aeronave ha experimentado accidentes similares en todo el mundo, indicando una posible estabilidad marginal que podría requerir un entrenamiento especial. Las entrevistas con pilotos e instructores experimentados en aeronaves similares sugieren que los controles de este modelo son más sensibles que otros, lo que podría llevar a una sobreutilización en situaciones de emergencia y llevar la aeronave a sus límites aerodinámicos.

Lo descrito podría caracterizarse como un problema de estabilidad longitudinal en los comandos de profundidad. Además, del análisis realizado de las entrevistas, se sugiere que la aeronave podría tener dificultades adicionales de estabilidad en maniobras relacionadas con la pérdida de control en virajes, lo que podría llevar a un *spin* o tirabuzón.

Las regulaciones de certificación (CS VLA 2003) no especifican un gradiente mínimo de estabilidad que debe demostrarse en la curva de estabilidad longitudinal, únicamente que debe ser positivo. Una aeronave con Certificado Tipo con esa base de certificación que haya demostrado un gradiente muy próximo a cero podría llevar a una mayor carga de trabajo para el piloto, especialmente en fases críticas como el despegue, aterrizaje y emergencias a baja altura. Este problema podría acentuarse si el CG está cerca del límite trasero o si la aeronave no se encuentra compensada correctamente antes del despegue, especialmente en presencia de turbulencia o cuando es operada por pilotos menos experimentados.

Un gradiente de estabilidad estática adecuado asegura que cualquier desviación de la velocidad de compensación sea claramente perceptible por el piloto, proporcionando una alerta adicional de la proximidad a la pérdida de sustentación. A pesar de estos indicios, la investigación no pudo confirmar un problema de estabilidad en la aeronave.

Cinturones y arneses de hombro

Los valores de las desaceleraciones experimentadas por los ocupantes en el momento del impacto no se pudieron determinar con certeza, pero se estima que excedieron ampliamente los límites máximos establecidos en las normas de diseño.

Ambos tripulantes sufrieron lesiones graves, con una marcada disparidad entre ellos. Según la investigación, esto se debió al desprendimiento del arnés de hombro izquierdo del asiento derecho (instructor de vuelo). También se identificó la rotura de las costuras de unión en los cinturones del asiento izquierdo, lo cual constituye un defecto en el elemento.

Es importante destacar que las aceleraciones experimentadas, así como el peso del instructor estaban fuera de los parámetros requeridos por las normas de certificación para la aeronave. Por lo tanto, la aeronave fue sometida a una condición que no fue demostrada durante el proceso de certificación.

El informe de ensayo proporcionado por el fabricante, con el cual se demostró el cumplimiento del punto CS-VLA 785 "Asientos, cinturones de seguridad y arneses", "Tecnam Report 2002/20, Safety belts & attachments test plan", incluía imágenes que revelaron que la estructura ensayada no coincidía con la estructura fabricada y que equipaba a la aeronave LV-GKY, A/C 272. Esta misma discrepancia se encontró en la aeronave LV-GUX, A/C 279, perteneciente a la misma escuela de vuelo.

El punto CS-VLA 785 "Asientos, cinturones de seguridad y arneses" (b) establece que cada cinturón de seguridad, junto con su arnés de hombro, debe contar con un sistema de cierre metálico aprobado. Según el requisito regulatorio, los cinturones deben poseer una certificación de aeronavegabilidad y cualquier rotura en las costuras, independientemente de las fuerzas a las que fueron sometidos, indican discrepancias, ya que son los herrajes, y no las costuras, los elementos destinados a actuar como fusibles.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ Al momento del despegue por la cabecera de pista 11 del aeródromo de Carcarañá, el LV-GKY excedía el peso máximo de despegue y su centro de gravedad se encontraba fuera del rango permitido
- ✓ Luego de la rotación, la aeronave experimentó una pérdida parcial que evolucionó hacia una pérdida total de potencia
- ✓ Ante la emergencia, la tripulación optó por llevar cabo un aterrizaje de emergencia, momento en el que se produjo la pérdida de control de la aeronave
- ✓ La pérdida de potencia y la posterior detención del motor en vuelo probablemente fue originada por una obstrucción en el paso de combustible a la salida de la válvula selectora de tanque
- ✓ La válvula selectora de tanque fue encontrada luego del accidente en una posición no prevista para su correcta operación (45° a la izquierda de la posición de tanque izquierdo)
- ✓ Las características de la válvula selectora de tanque equipada en la aeronave presentaban discrepancias respecto de las previstas en las normas de certificación de tipo
- ✓ La vinculación de los anclajes de hombro a la estructura de la aeronave no cumplía con las normas de diseño y fabricación de estructuras aeronáuticas debido a la distancia de los remaches al borde de la chapa y no respetaría el diseño tipo aprobado

3.2 Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación

La investigación identificó dos factores, sin relación de causalidad con el accidente, pero con potencial impacto en la seguridad operacional:

- ✓ La aeronave utilizaba combustible de uso automotor

 - ✓ Las listas de procedimientos normales del manual de vuelo admitían la posibilidad de ubicar la válvula selectora de tanque en una posición inexistente
-

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil

RSO AE-2034-24

La investigación del accidente identificó una potencial vulnerabilidad en aeronaves equipadas con válvulas selectoras de tanque de combustible marca Andair, modelos EFS20, FS20 o similares. Esta vulnerabilidad está asociada con la eventualidad de que, durante la operación, la válvula pueda quedar inadvertidamente posicionada fuera de las posiciones designadas como 'LEFT o RIGHT'. Este escenario puede llevar a una pérdida parcial o total de potencia del motor, provocando una condición de emergencia. Por ello, se recomienda:

- Alertar a todos los operadores de aeronaves que estén equipadas con válvulas selectoras de tanque de combustible marca Andair, modelos EFS20, FS20 o similares, sobre el potencial riesgo de interrupción del suministro de combustible al motor si la válvula se encuentra inadvertidamente fuera de la posición "LEFT o RIGHT".

RSO AE-2035-24

Dada la importancia de mantener la integridad de los anclajes de los cinturones de hombro en aeronaves Tecnam P2002JF y modelos afines bajo el mismo certificado tipo, resulta imprescindible evaluar si estos componentes conservan a lo largo de su ciclo de vida los aspectos de diseño esenciales para cumplir con los requisitos de aeronavegabilidad, tal como fueron demostrados en el proceso de certificación de tipo. Garantizar la adecuada funcionalidad de estos anclajes es fundamental para minimizar las lesiones de los ocupantes de las aeronaves en caso de accidentes. Por ello, se recomienda:

- Determinar si los anclajes de los cinturones de hombro que equipan las aeronaves Tecnam P2002JF y demás modelos bajo el mismo certificado tipo, mantienen en su vida útil los aspectos de diseño para el cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad demostrados en el proceso de certificación de tipo.

JST | SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA, LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-GKY - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 42 pagina/s.