

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2022-89156028- -APN-DNISAE#JST

Suceso: Accidente

Título: Relacionado con combustible. Puma Audaz, matrícula LV-X764, Alta Gracia, provincia de Córdoba

Fecha y hora del suceso: 25 de agosto de 2022 a las 14:55 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-X764. Alta Gracia, provincia de Córdoba.

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.....	12
1.5 Información sobre el personal	12
1.6 Información sobre la aeronave	13
1.7 Información meteorológica	17
1.8 Ayudas a la navegación	17
1.9 Comunicaciones	17
1.10 Información sobre el lugar del suceso	17
1.11 Registradores de vuelo	18
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	18
1.13 Información médica y patológica.....	19
1.14 Incendio	19
1.15 Supervivencia.....	19

1.16	Ensayos e investigaciones.....	21
1.17	Información orgánica y de dirección.....	22
1.18	Información adicional.....	22
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces.....	23
2.	ANÁLISIS.....	24
2.1	Introducción.....	24
2.2	Aspectos técnicos-operativos.....	24
3.	CONCLUSIONES.....	27
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente.....	27
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación.....	27
4.	RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	28
4.1	A Aero Calcagno.....	28

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 conexas.

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

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

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 de la aeronave LV-X764, un Puma Audaz, en Alta Gracia (provincia de Córdoba), el 25 de agosto de 2022, a las 14:55 horas², durante un vuelo aviación general, entrenamiento.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con el diseño de los anclajes de los cinturones de seguridad y la operación de las llaves selectoras de combustible.

El informe incluye una recomendación de seguridad operacional dirigida al fabricante de la aeronave.



Figura 1. Posición final de la aeronave accidentada. 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 25 de agosto de 2022, la aeronave con matrícula LV-X764, un Puma Audaz (experimental), operado por su propietario, despegó del aeródromo Alta Gracia (provincia de Córdoba) a las 14:25 horas, en un vuelo de aviación general de entrenamiento, con el retorno previsto al mismo lugar.

Luego de 30 minutos de vuelo en condiciones meteorológicas visuales, durante el despegue posterior a un toque y motor, éste último se detuvo y el piloto realizó un aterrizaje de emergencia en un campo no preparado.

Como consecuencia del suceso la aeronave resultó con daños de importancia.

1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	0	0	0	0
Ninguna	1	1	0	2

Tabla 1

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula

Daños de importancia en las alas, montantes y tren de aterrizaje.

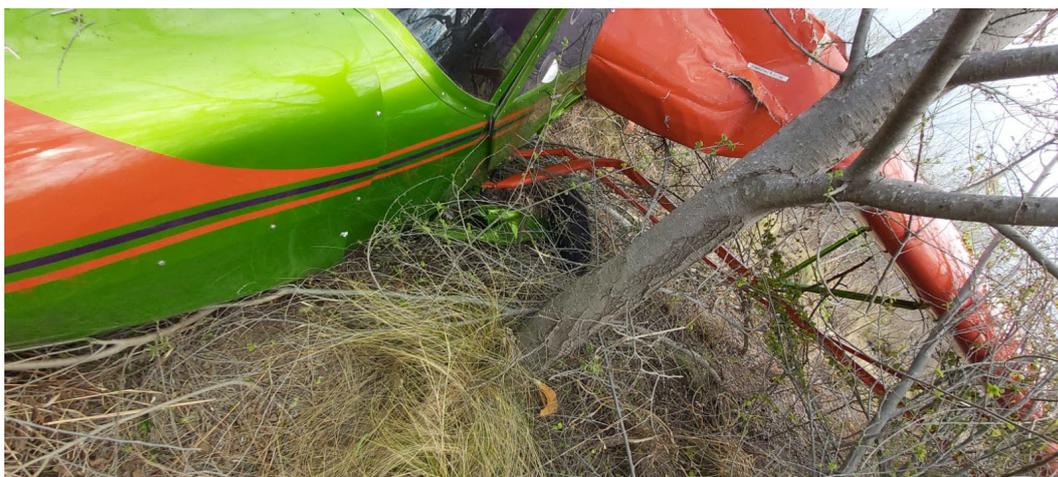


Figura 2. Daños en la célula. Fuente: investigación JST

1.3.2 Motor

Daños leves.



Figura 3. Imagen del motor. Fuente: investigación JST

1.3.3 Hélice

Destruída.



Figura 4. Daños en la hélice. Fuente: investigación JST

1.4 Otros daños

No hubo.

1.5 Información sobre el personal

La certificación del piloto cumplía con la reglamentación vigente.

Piloto	
Sexo	Masculino
Edad	50 años
Nacionalidad	Argentino
Licencias	Piloto privado de avión

Habilitaciones	VFR ³ controlado Monomotores terrestres hasta 5.700kg
Certificación médica aeronáutica	Clase II Válida hasta el 31/10/2024

Tabla 2

Su experiencia era:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	323,7	200,0
Últimos 90 días	8,0	8,0
Últimas 24 horas	1,0	1,0
En el día del suceso	1,0	1,0

Tabla 3

1.6 Información sobre la aeronave

La aeronave estaba certificada de conformidad con la reglamentación vigente al momento del suceso.



Figura 5. Imagen del LV-X764 antes del suceso. Fuente: investigación JST

Se trataba de una versión modificada similar a un Piper J3, fabricada en la localidad de San Francisco, provincia de Córdoba. Hasta el momento del suceso, había en vuelo siete

³ Reglas de vuelo visual

aeronaves de características similares. El propietario encargó su construcción a fines de 2014 y la recibió en 2019. Desde junio de 2022, el LV-X764 permanecía en un hangar en el aeródromo Alta Gracia (provincia de Córdoba).

Aeronave		
Marca	Puma	
Modelo	Audaz	
Categoría	Ala fija	
Fabricante	Particular	
Año de fabricación	2016	
Número de serie	005	
Horas totales	434,1	
Certificado de matrícula	Propietario	Privado
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Especial
	Categoría	Experimental
	Fecha de emisión	09/04/2021
	Fecha de vencimiento	No aplica

Tabla 6

Motor	
Marca	<i>Subaru</i>
Modelo	Legacy 2.0 GLD ⁴
Fabricante	Subaru
Número de serie	062099

Tabla 7

Hélice	
Marca	Aero
Modelo	PBF
Fabricante	Artisanal
Número de serie	0902015

Tabla 8

Debido a la falta de información sobre la cantidad de combustible cargado, no se pudo realizar fehacientemente el cálculo del peso y el balanceo de la aeronave.

⁴ Motor de uso automotriz

Sistema de combustible

El LV-X764 contaba con dos tanques de combustible de 40 litros de capacidad cada uno, situados en las alas derecha e izquierda respectivamente, proporcionando una autonomía de vuelo de hasta cuatro horas. El sistema incluía dos indicadores de cantidad de combustible montados en la parte superior de la cabina, dos bombas eléctricas con sus correspondientes fusibles, dos llaves de combustible de dos posiciones (abierta y cerrada), una para cada tanque, y un indicador de presión de combustible en el panel de instrumentos. Las llaves de combustible estaban ubicadas debajo del asiento del piloto, por lo que no eran accesibles a simple vista con el cinturón de seguridad colocado.



Figura 6. Imagen parcial del panel de instrumentos del LV-X764. Fuente: investigación JST



Figura 7. Panel de control de las llaves de combustible (situadas debajo del asiento del piloto), visto desde la parte delantera de la cabina hacia atrás. Fuente: investigación JST

Una leyenda colocada en el panel de instrumentos "TANQUE PRINCIPAL DERECHO" indicaba que el remanente de combustible no utilizado por el motor retornaba al tanque derecho. Cuando este tanque se llenaba debido al retorno de combustible, el exceso se expulsaba al exterior a través del venteo.



Figura 8. Leyenda "TANQUE PRINCIPAL DERECHO" colocada en el tablero del LV-X764. Fuente: investigación JST

Previo al ingreso de combustible al carburador, se encontraba un sensor que transmitía la información de presión de combustible al indicador ubicado en el panel de instrumentos.

En operación normal, solo se abría la llave de combustible del tanque derecho. Durante el vuelo, era necesario monitorear constantemente el nivel de combustible de ambos tanques para equilibrarlos utilizando las llaves correspondientes. Cuando el tanque derecho tenía menos combustible que el izquierdo, se abría la llave del tanque izquierdo y se cerraba la del derecho para nivelarlos. Esto significaba que el motor se alimentaba únicamente del tanque izquierdo, permitiendo que el exceso de combustible retornara al tanque derecho, nivelando ambos tanques en poco tiempo. Si el tanque derecho tenía más combustible, se abría la llave del tanque derecho y se cerraba la del izquierdo, permitiendo que el motor se alimentara únicamente del tanque derecho, lo que resultaba en una disminución del nivel de combustible de ese tanque.

El motor, según la selección de llaves, podía ser alimentado independientemente por el tanque derecho o el tanque izquierdo de combustible.

1.7 Información meteorológica

Información meteorológica	
Viento	Variable 3 nudos
Visibilidad	10 kilómetros
Fenómenos significativos	Bruma
Nubosidad	2/8 Cirrus 6.000 metros
Temperatura	24,6 °C
Temperatura punto de rocío	26,5 °C
Presión a nivel medio del mar	1.015,2 hPa
Humedad relativa	57%

Tabla 10

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No aplica.

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	2 kilómetros al este de Alta Gracia
Coordenadas	31° 39' 32'' S - 64° 23' 37'' W
Superficie	Campo con árboles
Elevación	1.748 pies

Tabla 13



Figura 9. Lugar del accidente del LV-X764. Fuente: investigación JST

1.11 Registradores de vuelo

No aplica.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

El accidente del LV-X764 ocurrió en un campo con pequeños bosques, situado a 45 metros al sur de la ruta C45 y a 260 metros de la cabecera de pista 02 del aeródromo Alta Gracia, entre las localidades de Alta Gracia hacia el oeste y Rafael García hacia el este.

La aeronave impactó inicialmente contra la copa de unos árboles y cortó las ramas superiores hasta detenerse bruscamente contra los troncos de la arboleda que no cedieron al impacto. El impacto se produjo con los planos nivelados y en actitud de aterrizaje. Desde el primer contacto con los árboles hasta su detención total con rumbo 030°, la aeronave recorrió aproximadamente 20 metros. No hubo dispersión de restos.

Como resultado del impacto, el tren de aterrizaje colapsó y el ala izquierda presentó roturas en el borde de ataque y en su raíz. Los montantes y la hélice resultaron destruidos.

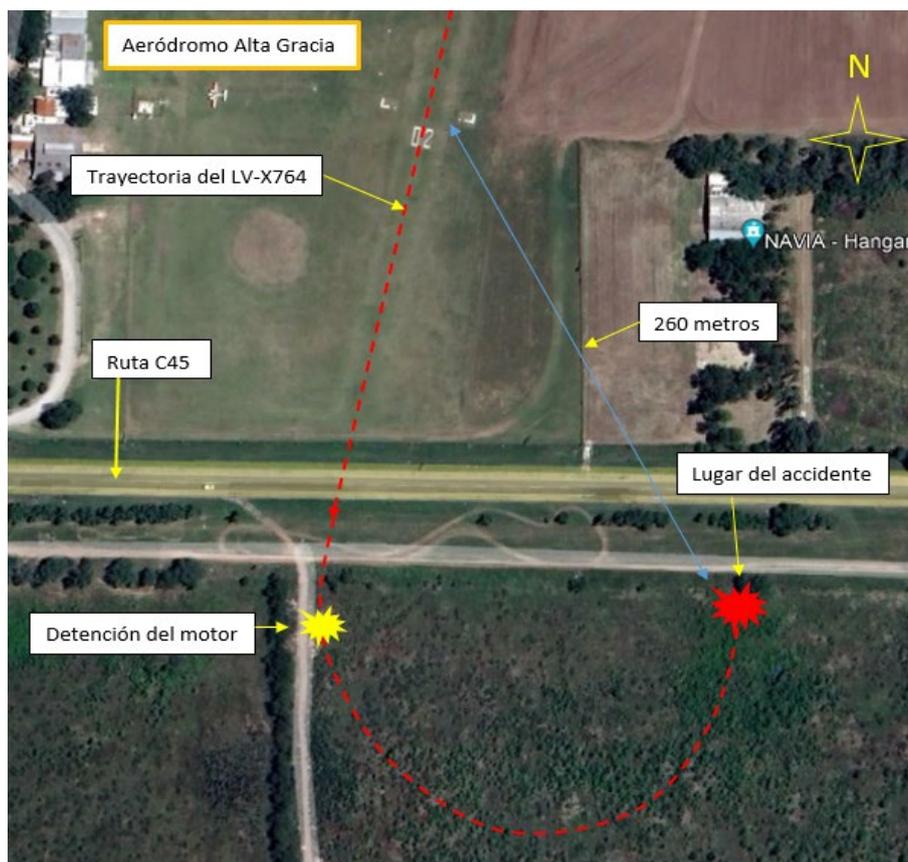


Figura 10. Trayectoria del LV-X764. Fuente: investigación JST

1.13 Información médica y patológica

No se detectó evidencia médico-patológica del piloto relacionada con el accidente.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

El piloto y el acompañante abandonaron la aeronave por sus propios medios y resultaron sin lesiones. La cabina no tuvo deformaciones significativas. El anclaje del cinturón de seguridad del acompañante no soportó los esfuerzos a los que fue sometido.

El sistema de cinturón de seguridad de la aeronave consistía en un conjunto de tres puntos de anclaje. Contaba con un cable que, en un extremo, alojaba el mecanismo de

enganche/desenganche del cinturón, en el otro, presentaba un terminal con un orificio. Este terminal se aseguraba a un punto de anclaje en la estructura de la aeronave mediante un bulón (ver figura 11). El cable se desprendió del terminal como consecuencia del esfuerzo al que fue sometido debido a la inercia del cuerpo del acompañante, que se proyectó hacia adelante por la desaceleración brusca ocasionada por el impacto del LV-X764 contra los árboles.

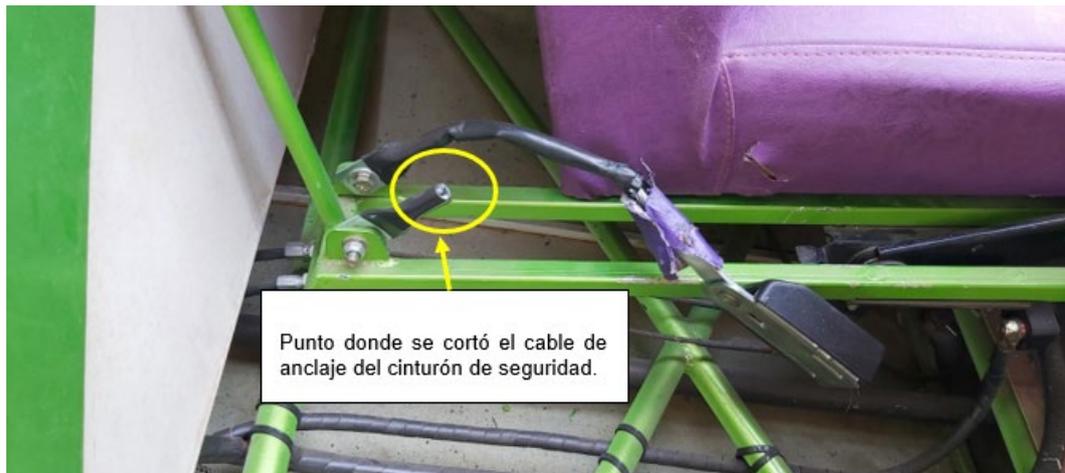


Figura 11. Cable de anclaje del cinturón de seguridad desprendido. Fuente: investigación JST

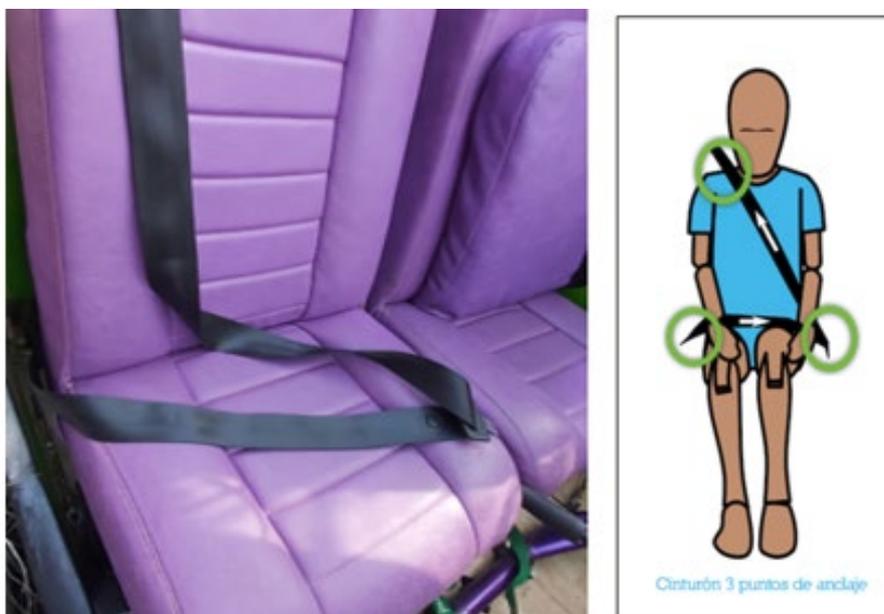


Figura 12. Asiento y cinturón de seguridad del puesto del acompañante (izquierda) y ejemplo de cinturón de seguridad de tres puntos de anclaje (derecha). Fuente: investigación JST

Cinturón de seguridad

Con motivo de la investigación, se observó que el cable desprendido del terminal no mantuvo su forma original en cuanto al trenzado y disposición de los alambres en la zona donde se realizó el prensado del casquillo para su unión. Se distinguió que los hilos del cable, luego del desprendimiento, quedaron desordenados y "peinados" hacia el extremo del cable.

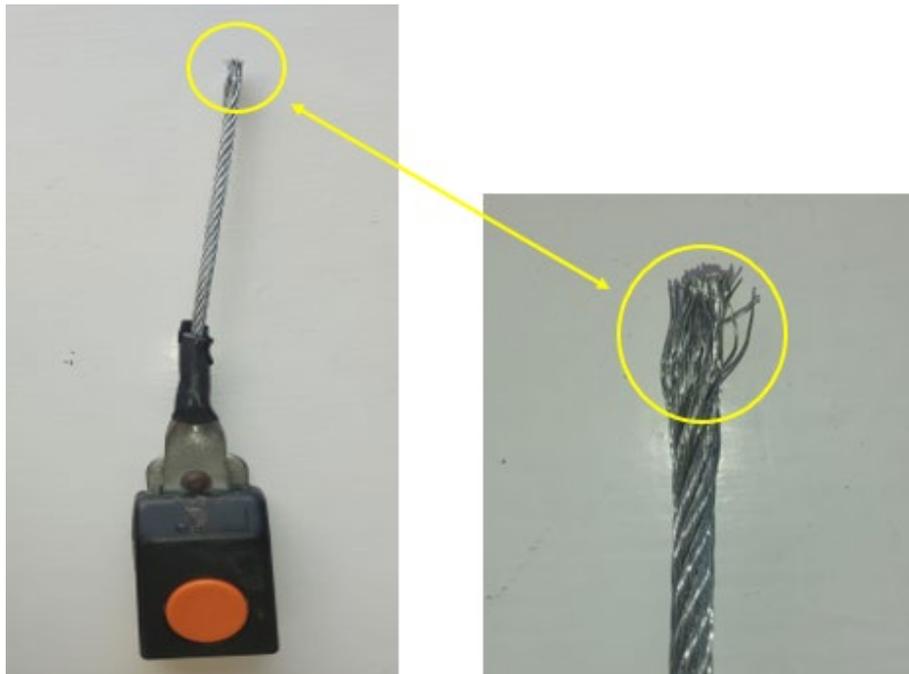


Figura 13 y 14. Estado del cable de sujeción del cinturón de seguridad. Fuente: investigación JST

1.16 Ensayos e investigaciones

El motor fue desarmado en el taller del fabricante de la aeronave, se controló el cigüeñal con tintas penetrantes y se inspeccionó el sistema de encendido y el sistema de combustible, sin encontrar ningún desperfecto. Debido a que el motor no era de uso aeronáutico, no fue posible realizar un seguimiento efectivo de sus piezas.

También se desarmó el carburador para inspeccionarlo y no se encontró ninguna anomalía que pudiese haber afectado su correcto funcionamiento.



Figura 15. Estado de las bujías luego del accidente. Fuente: investigación JST

1.17 Información orgánica y de dirección

No relevante.

1.18 Información adicional

En la figura 16 se muestra al LV-X764 en la fase final de aproximación a la pista 20 del aeródromo Alta Gracia, con el indicador de presión de combustible indicando cero, momentos antes del accidente.



Figura 16. Imagen del indicador de presión de combustible marcando cero. Fuente: investigación JST

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El análisis de este accidente se enfocó en cuestiones relacionadas con la operación de las llaves selectoras de combustible y el desprendimiento del terminal del cable que anclaba el cinturón de seguridad a la estructura.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Operación de la llave selectora de combustible

Las llaves selectoras de combustible del LV-X764 estaban ubicadas debajo del asiento del piloto. Para observar su operación, el piloto debía inclinarse hacia adelante. La aeronave originalmente estaba equipada con un cinturón de seguridad de dos puntos que le permitía al piloto realizar esa acción, ya que lo sujetaba solo de la cintura. Sin embargo, el propietario lo reemplazó por uno de tres puntos de anclaje que ofrecía una mayor seguridad en caso de accidente. Como contrapartida, debido a que no era inercial, limitaba el movimiento del piloto si quería inclinarse hacia adelante, ya que, al sujetarlo por el pecho, un hombro y la cintura, lo mantenía apoyado contra el respaldo del asiento.

Este tipo de cinturón de seguridad no impedía al piloto actuar las llaves selectoras de combustible a pesar de no verlas y con el tiempo se acostumbró a manipularlas al tacto.

A partir de la entrevista al piloto, se estableció que el día del suceso, con el LV-X764 en la fase inicial de aproximación a la pista 20, observó rastros de combustible en el lado externo del vidrio del acompañante, lo que indicaba que se estaba derramando por el venteo del tanque derecho. Para contrarrestar esta situación, cerró la llave del tanque izquierdo (venía volando con las dos llaves de combustible abiertas), mientras prestaba atención a los parámetros de vuelo del circuito de tránsito del aeródromo de Alta Gracia.

Escenario del accidente

La operación de la llave de combustible en la fase inicial de aproximación a la pista 20 fue el factor desencadenante del accidente., Como se puede observar en la figura 16, durante la fase final de la aproximación, el indicador de presión de combustible marcaba cero, es decir

que no estaba ingresando combustible al carburador. La imagen tomada poco tiempo después de que el piloto realizara una intervención en las llaves para nivelar tanques lo sustenta.

Del análisis del sistema de combustible y su operación, se desprende que la única posibilidad de que el motor se detuviera en las circunstancias mencionadas -y sin que se hubiera encontrado evidencia de falla alguna en el sistema- es que el piloto haya despegado únicamente con la llave del tanque izquierdo abierta y la del derecho cerrada. Esta selección de tanques produjo que, al poco tiempo de vuelo, el tanque derecho comenzara a ventear combustible debido a que el retorno lo llenó completamente. Advertido de esta situación, el piloto cerró la llave del tanque izquierdo para nivelar los tanques, bajo la suposición de que las dos llaves de los tanques estaban abiertas, lo que ocasionó que el motor se quedara sin suministro de combustible.

El motor continuó funcionando aproximadamente tres minutos con el remanente de combustible contenido en los conductos del sistema, lo que alcanzó para volar la básica y final de aproximación a la pista 20 y realizar un toque y motor. Luego del despegue, el motor se detuvo por falta de combustible.

Cinturones de seguridad

El cinturón de seguridad es un arnés diseñado para sujetar al ocupante de un vehículo y mantenerlo asegurado a su asiento en caso de que ocurra un accidente. Está considerado como el sistema de seguridad pasiva más efectivo en su relación costo/beneficio. En la aviación, su función principal es minimizar lesiones durante un accidente ya que impide que el piloto impacte contra elementos duros del interior de la cabina o, en el caso de pasajeros, contra los asientos, o bien que sea arrojado fuera de la aeronave.

En el accidente del LV-X764, la inercia del cuerpo del acompañante producto de la fuerte desaceleración, hizo que el terminal de fijación se separe del cable de anclaje del cinturón de seguridad al ser sometido al esfuerzo de mantener el cuerpo ajustado a su butaca. Aunque el acompañante no resultó lesionado, este tipo de fallas puede comprometer la integridad física de pasajeros o tripulantes.

El estudio y análisis de la evidencia (cable/terminal) mostró el alineamiento en que quedaron los hilos del cable de acero que modificaron su forma y trenzado e indicó que la separación

se debió a una falta de presión en el mecanizado de agarre entre ambos componentes, lo que permitió su desprendimiento.

3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ Durante un vuelo de aviación general, en la fase inicial del circuito pista, el piloto actuó una llave de combustible para nivelar la cantidad de combustible en los tanques y tres minutos más tarde, el motor se detuvo
- ✓ El factor desencadenante del suceso fue la operación de la llave de combustible
- ✓ El motor se detuvo debido a la falta de suministro de combustible

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

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

- ✓ El terminal colocado en el extremo del cable de acero, que estaba anclado a la estructura de la aeronave y sujetaba el cinturón de seguridad del acompañante, se separó del cable debido al esfuerzo al que fue sometido por la desaceleración brusca de la aeronave y no cumplió con la función de mantener al ocupante sujeto al asiento.
-

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A Aero Calcagno

RSO AE-2046-24

El diseño y los materiales utilizados en los cinturones de seguridad y sus anclajes son fundamentales, ya que deben ser capaces de soportar los esfuerzos a los que sean sometidos. La deficiencia en este aspecto afecta directamente la seguridad del piloto o acompañante. Por ello, se recomienda:

Evaluar el sistema de sujeción de los ocupantes de la aeronave para garantizar que no cedan bajo esfuerzos compatibles con mantener a los ocupantes asegurados en sus asientos en caso de accidente

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-X764 - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 29 pagina/s.