



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Expediente: EX-2021-6589216- -APN-DNISAE#JST

Suceso: Accidente

Título: Fallo o mal funcionamiento de sistema/componente, motoplano experimental JB3-LACAR, matrícula LV-X198, zona rural de Pérez, provincia de Santa Fe

Fecha y hora del suceso: 23 de enero de 2021 a las 17:36 horas (UTC)

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Aeronáuticos



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

0800-333-0689

www.argentina.gob.ar/jst

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-X198. Zona rural de Pérez, provincia de Santa Fe. Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, 2023.

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.....	7
SINOPSIS.....	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	9
1.1 Reseña del vuelo.....	9
1.2 Lesiones al personal.....	9
1.3 Daños en la aeronave.....	9
1.4 Otros daños.....	10
1.5 Información sobre el personal.....	10
1.6 Información sobre la aeronave.....	11
1.7 Información meteorológica.....	14
1.8 Ayudas a la navegación.....	14
1.9 Comunicaciones.....	14
1.10 Información sobre el lugar del suceso.....	15
1.11 Registradores de vuelo.....	17
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	17
1.13 Información médica y patológica.....	20
1.14 Incendio.....	20
1.15 Supervivencia.....	20
1.16 Ensayos e investigaciones.....	20



1.17	Información orgánica y de dirección	20
1.18	Información adicional	21
1.19	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	22
2.	ANÁLISIS	23
2.1	Introducción	23
2.2	Aspectos técnicos-operativos.....	23
3.	CONCLUSIONES	26
3.1	Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente	26
3.2	Conclusiones referidas a otros factores de riesgo de seguridad operacional identificados por la investigación.....	26
4.	ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	27



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. Este informe refleja las conclusiones de la JST con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad.

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

AD: Aeródromo

AIP: Publicación de información aeronáutica

AIS: Servicio de información aeronáutica

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

ATC: Control de tránsito aéreo

ATS: Servicios de tránsito aéreo

CTR: Zona de control

EANA: Empresa Argentina de Navegación Aérea

HP: Caballos de fuerza

JST: Junta de Seguridad en el Transporte

km/h: Kilómetros por hora

m/s: Metros por segundo

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

TMA: Área de control terminal

TWR: Torre de control

UTC: Tiempo universal coordinado

VNE: Velocidad de nunca exceder

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-X198, un motoplano experimental JB3-LACAR, en la zona rural de Pérez (provincia de Santa Fe) el 23 de enero de 2021 aproximadamente a las 17:36 horas², durante un vuelo a vela de recreación.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con el vuelo en zonas de control de tránsito aéreo y con los límites estructurales de las aeronaves experimentales.

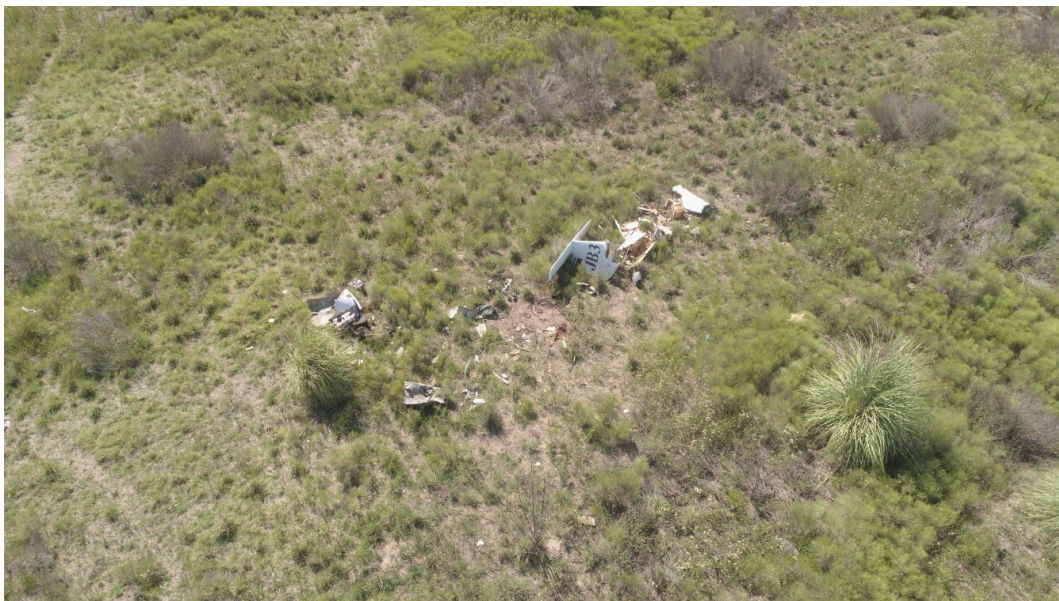


Figura 1. Posición final de la aeronave. Fuente: investigación JST

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 23 de enero de 2021, la aeronave matrícula LV-X198, un motoplaneador designado como JB3-LACAR, despegó del aeródromo de Alvear (Alvear, provincia de Santa Fe) a las 17:15 horas, en un vuelo a vela local de aviación general.

A las 17:36 horas, el piloto se comunicó con la torre de control (TWR) del aeropuerto de Rosario (Rosario, provincia de Santa Fe) informando que se encontraba sobrevolando el aeródromo de Alvear a una altitud de 2.000 pies y solicitó autorización para ascender a los 4.000 pies. El piloto recibió y confirmó la autorización.

A las 18:11 horas, la TWR del aeropuerto de Rosario recibió una llamada del Servicio de Información Aeronáutica (AIS) preguntando si tenían conocimiento de un posible accidente de una aeronave en la zona rural de Pérez. La TWR respondió que no tenían información acerca de ninguna aeronave volando en esa área.

El aviso del accidente fue realizado por un hombre que se encontraba realizando labores agrícolas en el campo donde ocurrió el accidente, quien alertó a los bomberos de la localidad de Pérez.

Como consecuencia del suceso, la aeronave resultó destruida y el piloto falleció.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	1	0	0	1
Graves	0	0	0	0
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. Partes de la aeronave recolectadas y presentadas de manera general. Fuente: investigación JST

1.3.2 Motor

Daños de importancia.

1.3.3 Hélice

Leves.

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	47 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Piloto de planeador
Habilitaciones	Planeador monoplaza, multiplaza, VFR controlado



Certificación médica aeronáutica	Clase 2 Válida hasta el 31/08/2021
----------------------------------	---------------------------------------

Tabla 2

La experiencia del vuelo del piloto no pudo ser establecida debido a que la investigación no tuvo acceso a la documentación.

1.6 Información sobre la aeronave

El JB3-Lacar era un motoplano monoplace propulsado por un motor Rotax de 40 caballos de fuerza (HP). Estaba equipado con una hélice de dos palas con embanderamiento automático, un tren de aterrizaje convencional y alas con flecha negativa.

La aeronave fue construida en 1996 y predominaba el uso de madera en su estructura. Las alas estaban compuestas por dos semialas que se unían entre sí y al fuselaje a través de la prolongación del larguero delantero. El larguero era de construcción mixta, utilizando fibra de carbono para las platabandas de compresión y tracción hasta el 60% de la envergadura, mientras que el resto de la envergadura hasta la punta estaba construido con madera. El grupo de cola en forma de "T" seguía una construcción tradicional en madera, con las partes fijas enchapadas y las partes móviles enteladas.

Aeronave		
Marca	JB3-LACAR	
Modelo	Monoplaza	
Categoría	Especial	
Fabricante	Jorge Berca	
Año de fabricación	1996	
Número de serie	001	
Peso máximo de despegue	370,0 kg	
Peso máximo de aterrizaje	370,0 kg	
Peso vacío	220,0 kg	
Fecha del último peso y balanceo	Sin datos	
Horas totales	158,5	
Horas desde la última inspección	Desconocido	
Certificado de matrícula	Propietario	Privado
	Fecha de expedición	04/11/2015
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Experimental
	Categoría	Especial
	Fecha de emisión	07/08/1997
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento

Tabla 3



Motor	
Marca	Rotax
Modelo	447
Fabricante	Rotax
Número de serie	3648596
Horas totales	85,5
Habilitación	Hasta el 31/01/2021

Tabla 4

Al momento del accidente la aeronave estaba equipada con una hélice *Warp Drive* de tres palas, mientras que en el formulario 337 correspondiente a su última rehabilitación anual se declaraba el uso de una hélice de dos palas de bandera automática de la marca Berca.

El peso y el balanceo de la aeronave no pudo ser establecido por estar equipada al momento del accidente con una hélice distinta a la de diseño.

Alteración de la aeronave

Al momento del accidente la aeronave estaba equipada con una hélice diferente a la especificada en el último formulario de rehabilitación anual. Esta modificación constituye una alteración mayor de la aeronave, lo cual de acuerdo con las limitaciones de operación invalida la condición de aeronavegabilidad. Al respecto, las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 1, definen a la alteración mayor como:

“(…) Alteración no listada en las especificaciones de la aeronave, motor o hélice, y:

- (a) Que podría afectar apreciablemente al peso, balanceo, resistencia estructural, performance, operación de la planta motriz, características de vuelo, u otras cualidades que afectan la aeronavegabilidad; o
- (b) Que no se realiza de acuerdo con prácticas aceptadas o no se puede realizar por medio de operaciones elementales.”

Características de performance

El proyecto presentado por el constructor aficionado incluía datos generales, técnicas constructivas y datos de performance definidos. La performance estimada declarada por el diseñador y constructor era:

- 1) Régimen de ascenso: 2,5 a 2,8 m/s a una velocidad de 90 km/h.



- 2) Velocidad de crucero: 120 km/h.
- 3) Velocidad máxima: 145 km/h.
- 4) Relación de planeo: 1:27 a 90 km/h.
- 5) Descenso mínimo de 0,82 metros por segundo a 76 km/h.
- 6) Rango del centro de gravedad: 25 a 38% de la cuerda media aerodinámica.

Sin embargo, la aeronave tenía una placa donde indicaba que su velocidad máxima era de 200 km/h en aire calmo y de 150 km/h en aire turbulento (ver figura 3). Ambos máximos superan los declarados más arriba.

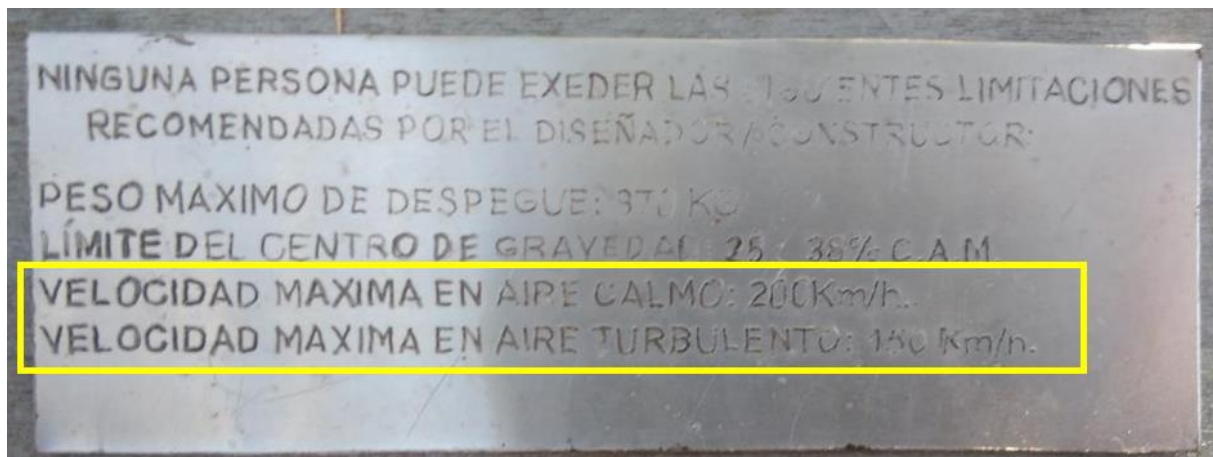


Figura 3. Placa en la aeronave que establecía la velocidad máxima. Fuente: investigación JST

Limitaciones de operación

A continuación, se presenta un extracto de las limitaciones de operación establecidas para esta aeronave:

6) En esta aeronave esta prohibida la realizacion de vuelos acrobaticos, entendiendose por tales toda maniobra intencional que involucre un cambio abrupto en la actitud de vuelo, con asi tambien toda actitud o aceleracion no necesaria para el vuelo normal.

Figura 4. Limitaciones de operación. Fuente: investigación JST



DCABA	DIRECCION NACIONAL DE AERONAVEGABILIDAD LIMITACIONES DE OPERACION PARA AERONAVES EXPERIMENTALES CONSTRUIDAS POR AFICIONADOS	DIVISION INGENIERIA
<p>8) Esta aeronave no puede ser operada sobre paises extranjeros sin un Permiso Especial de aquellos paises.</p> <p>9) EL CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD AL QUE ACOMPAÑA ESTA HOJA DE LIMITACIONES DE OPERACION TIENE VENCIMIENTO INDEFINIDO SIEMPRE QUE SE LE EFECTUE A LA AERONAVE UNA INSPECCION ANUAL Y SE REMITA EL CORRESPONDIENTE FORMULARIO 337 A LA D.N.A.</p>		

Figura 5. Limitaciones de operación. Fuente: investigación JST

1.7 Información meteorológica

No relevante.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

A continuación, se transcribe textualmente la breve comunicación que la aeronave mantuvo con la TWR del aeropuerto de Rosario, aportada por la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA). La transcripción tiene como único propósito contribuir a dimensionar el contexto en torno al accidente.

Hora UTC	Emisor	Comunicación
17:36:00	LV-X198	Rosario el planeador X198
17:36:06	ROS TWR	Me repite la matrícula nuevamente
17:36:11	LV-X198	X198 198 planeador
17:36:14	ROS TWR	198 adelante muy buenas tardes
17:36:18	LV-X198	Buenas tardes al momento con 2.000 pies sobre Alvear la vertical de Alvear solicito ascenso a nivel 040
17:36:24	ROS TWR	Autorizado sobre Alvear
17:36:27	LV-X198	Mantengo 040

Tabla 5

1.10 Información sobre el lugar del suceso

Lugar del suceso	
Ubicación	Zona rural de Pérez, provincia de Santa Fe
Coordenadas	S 33° 0' 50" O 60° 48' 0"
Superficie	Tierra
Elevación	36 metros

Tabla 6

Desarrollo geográfico del vuelo

Las imágenes siguientes muestran las posiciones relativas del aeródromo de salida, el aeropuerto de Rosario y el lugar del accidente, ubicado a 20 kilómetros al noroeste del aeródromo de salida.



Figura 6. Referencias del lugar de despegue, del accidente y la TWR de Rosario. Fuente: investigación JST

Es importante destacar que el aeródromo de Alvear se encuentra dentro del área de control terminal (TMA) de Rosario y en proximidad a la zona de control (CTR) de Rosario. Esto implica que la actividad de planeadores se desarrolla en espacio aéreo controlado y que los pilotos están obligados a notificar si sobrepasan los 2.000 pies de altitud.

Conforme lo establecidos por las Publicaciones de Información Aeronáutica (AIP) de la República Argentina, los límites del TMA y CTR de Rosario son los siguientes:



Figura 7. CTR y TMA Rosario, posición de operación y de impacto. Fuente: investigación JST

<p>TMA ROSARIO Desde 325658S-0612232W, siguiendo un arco de 30NM de radio con centro en VOR/DME ROS (325418S-0604653W) hacia el NE hasta 332310S-0603702W hasta 325658S-0612232W.</p> <p style="text-align: center;"><u>FL 245</u> 2000 FT AGL</p> <p>CLASE DE ESPACIO AEREO: A- POR ENCIMA DE FL 195. B- POR ENCIMA DE FL 145 HASTA FL 195. C- DESDE 2000 FT AGL HASTA FL 145.</p>	<p>TWR ROSARIO 125.40 MHz ROSARIO TORRE 123.75 MHz</p> <p>ESPAÑOL / Inglés a requerimiento</p> <p>H 24</p>
--	--

Figura 8. Límites del TMA ROS. Fuente: Fuente: AIP ANAC

AD 2.17 ESPACIO AEREO ATS		
1	Designación y límites laterales	CTR ROSARIO Círculo de 10 MN de RDO con centro en VOR/DME ROS (325418S - 0604653W).
2	Límites verticales	<u>FL 35</u> GND
3	Clasificación del espacio aéreo	C
4	Distintivo de llamada de la dependencia ATS. idioma(s)	ROSARIO TORRE Español / Inglés
5	Altitud de transición	3.000 FT
6	Observaciones	NIL

Figura 9. Límites del CTR Rosario. Fuente: AIP ANAC



1.11 Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con equipo registradores de vuelo, la investigación accedió a las grabaciones de una cámara *GoPro* que llevaba el piloto en la cual se encontró una filmación de unos 10 segundos de duración del vuelo que luego finalizara en accidente.



Figura 10. Imagen obtenida de una cámara GoPro que muestra el LV-X198 en vuelo el día del accidente.

Fuente: investigación JST

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

La aeronave fue encontrada en un estado de destrucción con una dispersión significativa de restos. Estos restos se encontraban esparcidos en una superficie de aproximadamente 250 por 150 metros, con una dirección de sur a norte.

Se observó que parte del fuselaje, la cola, el motor con su hélice y una parte de la cabina estaban agrupados en un área cercana entre sí. Las alas, por su parte, se encontraban quebradas desde la raíz y ubicadas aproximadamente a 2 metros de distancia de la punta.

El resto de las partes de la aeronave se encontraban distribuidas en diferentes lugares dentro del área de dispersión.



Figura 11. Dispersión de los restos de la aeronave. Fuente: investigación JST

Los aspectos más relevantes de la condición de los restos de la aeronave fueron los siguientes:

- Los restos de la aeronave se encontraron diseminados en un área de aproximadamente 200 metros de lado, lo que indica un alto grado de dispersión.
- Se encontraron todos los elementos de ensamblado del planeador.
- Ambas alas se encontraron quebradas aproximadamente a la misma altura de la envergadura,
- El perno de unión de los largueros se deformó por flexión, dejando marcas en el alojamiento que indican el sentido de los esfuerzos recibidos.

No hubo testigos presenciales del accidente. La única persona que habita en el campo donde la aeronave se precipitó, manifestó que estaba descansando en un galpón cuando escuchó un ruido similar a una explosión. Al mirar al cielo, pudo presenciar la aeronave precipitándose en múltiples partes. A pesar del alto grado de dispersión de los restos de la aeronave, se logró recuperar todos los elementos necesarios para el correcto armado de la estructura del avión



Figura 12. Elementos de unión de largueros y alas. Fuente: investigación JST



Figura 13. Detalle de pernos de unión. Fuente: investigación JST

Condición de la estructura de la aeronave

Durante la investigación del accidente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los restos de la aeronave con el objetivo de determinar si había partes faltantes o ausentes antes del colapso estructural. Se realizó un meticuloso proceso de identificación de cada una de las partes diseminadas y se verificó que todos los elementos de unión y seguridad estuvieran correctamente instalados al momento del armado del planeador.



Figura 14. Presentación de las partes mayores del planeador. Fuente: investigación JST

1.13 Información médica y patológica

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

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

Como consecuencia de las lesiones sufridas por el impacto, el piloto falleció. No hubo posibilidad de supervivencia.

1.16 Ensayos e investigaciones

No aplica.

1.17 Información orgánica y de dirección

El piloto involucrado en el accidente adquirió el 50% de la aeronave dos años antes de la ocurrencia de éste a quien figuraba como propietario en el registro nacional de aeronaves. Ambos dueños eran pilotos de planeadores y se habían formado en la misma institución aerodeportiva.



La aeronave era utilizada con fines recreativos y, según la información disponible, ambos propietarios la habían volado el día anterior al accidente.

1.18 Información adicional

Antecedentes de vuelos del LV-X198

La investigación tuvo acceso a registros fílmicos que mostraban al piloto realizando vuelos con la aeronave LV-X198 en fechas no especificadas. En uno de los videos se pudo observar al piloto ejecutando una maniobra de *looping*, tal como se muestra en la figura 12 del informe. Además, a través de la filmación se pudo estimar aproximadamente la velocidad a la que se inició dicha maniobra.



Figura 15. El LV-X198 ejecutando un *loop* a una velocidad de 175 km/h. Fuente: investigación JST

Un *loop* es una maniobra en la que la aeronave realiza una trayectoria en forma de círculo vertical, donde el avión asciende en un bucle completo, pasando por encima de su propia trayectoria. Durante un *loop*, la aeronave experimenta una aceleración positiva en la fase ascendente y una aceleración negativa en la fase descendente.

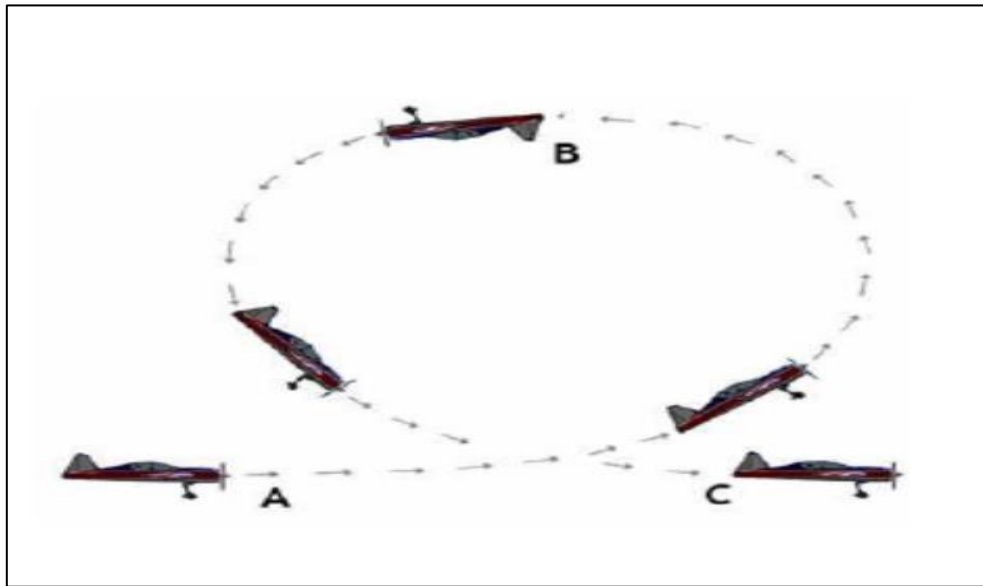


Figura 16. Imagen de desarrollo de un *loop*. Fuente: investigación JST

Normas para la operación de planeadores

En la Parte 91 de las RAAC, existe un apéndice específico que establece normas para la operación de planeadores. Este apéndice incluye disposiciones y pautas específicas para la operación de planeadores tanto en aeródromos controlados como en espacios aéreos controlados.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.



2. ANÁLISIS

2.1 Introducción

El análisis del suceso se enfocó en investigar los hechos y circunstancias que puedan explicar las razones por las cuales la aeronave colapsó en vuelo y se accidentó en una zona de control de un aeropuerto internacional sin que los servicios de tránsito aéreo estuvieran al tanto.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

El análisis visual de las partes recuperadas permite plantear como hipótesis la presencia de un esfuerzo simétrico de flexión muy elevado en la aeronave.

Durante la investigación, se observó que los pernos de las tomas delanteras fueron arrancados del fuselaje junto con parte del recubrimiento. De igual forma, los pernos de las tomas posteriores también se encontraron arrancados y el perno de unión de los largueros mostró marcas que indicaban el sentido del esfuerzo que provocó la separación entre los largueros.

A la condición de los elementos de unión en la zona de la raíz del ala se suma la rotura de ambas alas aproximadamente al 60% de la envergadura. Este punto coincide con el cambio de sección del ala y el cambio constructivo del larguero, ya que desde la raíz hasta el 60% de la cuerda, el larguero estaba reforzado con fibra de carbono.

Una vez considerada la posibilidad de que las partes analizadas hayan estado sometidas a cargas elevadas y de manera simultánea y simétrica, es necesario investigar las posibles razones que podrían haber originado dichas cargas. En este punto, se plantean las siguientes posibilidades: una maniobra comandada por el piloto que excedió los límites estructurales o la ocurrencia de un fenómeno de *flutter*.

La investigación tuvo acceso a registros filmicos que mostraban al piloto ejecutando *loopings* con la aeronave en un vuelo previo al accidente. Las maniobras de ese tipo pueden llevar a una condición de exceso del límite estructural durante la fase de recuperación positiva.

En la filmación mencionada, se observó que en esa ocasión la maniobra se inició a una velocidad aproximada de 175 km/h. Los datos de diseño proporcionados por el constructor indicaban una velocidad máxima de 145 km/h, pero en una placa de la aeronave se mencionaba una velocidad



máxima de 200 km/h. No se pudieron obtener antecedentes documentados de la aeronave que permitieran confirmar este punto.

Las limitaciones de operación adjuntas al certificado de aeronavegabilidad prohibían el vuelo acrobático y señalaban la necesidad de evitar aceleraciones innecesarias para el vuelo normal. Las aeronaves diseñadas y fabricadas por aficionados no están sujetas a un proceso de certificación que exija demostrar aspectos técnicos de diseño de acuerdo con una norma estándar, lo que genera incertidumbre en cuanto a ciertas características de vuelo y al comportamiento estático y dinámico de la estructura.

En relación a la posibilidad de que la aeronave haya experimentado un fenómeno de *flutter*, existe una relación con lo analizado anteriormente. Este fenómeno, que consiste en una oscilación aeroelástica no controlada, ocurre cuando la estructura es excitada por la corriente de aire en la que se encuentra, lo que puede llevar a que entre en resonancia en cierta frecuencia de excitación y amplifique las deformaciones, con el riesgo de colapso debido a exceder los límites de resistencia estructural. Por lo tanto, a mayor velocidad, mayor excitación y mayor probabilidad de que se presente este fenómeno.

El fenómeno de *flutter* puede ocurrir en aeronaves certificadas solo si se excede la velocidad de nunca exceder (VNE), o en algunos casos, puede aparecer a velocidades inferiores a la VNE si las superficies de control están desbalanceadas. Para alcanzar velocidades muy elevadas, es necesario adoptar una actitud de picada en la aeronave, lo cual es compatible con el inicio de una maniobra de *looping*.

Vuelo en zona de control

El vuelo que resultó en el accidente se inició en la pista del aeródromo de Alvear, el cual está ubicado dentro del TMA Rosario. De acuerdo con las regulaciones, todas las aeronaves que operan desde ese aeródromo deben seguir las reglas de vuelo controlado cuando superan los 2.000 pies, debido a su proximidad con el CTR Rosario.

El LV-X198 comunicó a la TWR de Rosario cuando alcanzó los 2.000 pies y solicitó autorización para ascender hasta los 4.000 pies sobre la vertical. Sin embargo, la aeronave fue encontrada accidentada dentro del CTR Rosario y prácticamente en la prolongación de la pista 20, a 5,6 millas de la cabecera 02.



Es importante destacar que la aeronave nunca solicitó autorización para trasladarse desde la vertical de Alvear a ningún otro sector, lo cual tomó por sorpresa a los controladores de la TWR de Rosario cuando se les informó sobre el accidente.

Esta situación generó una alerta en las autoridades correspondientes, ya que el vuelo representó un riesgo para otras aeronaves que podrían estar volando en ese espacio aéreo sin conocimiento de la presencia del LV-X198. Como respuesta, se convocó rápidamente a los involucrados, incluyendo a las autoridades del Club de Planeadores Rosario y del Aeroclub Rosario, para llevar a cabo reuniones y discutir la situación. Durante estas reuniones se establecieron medidas de mitigación con el objetivo de evitar que una aeronave ingrese al CTR sin autorización.

Estas medidas de mitigación incluyeron la implementación de un procedimiento en el cual todos los vuelos que se inician en el aeródromo de Alvear deben presentar un plan de vuelo. Además, se realizó la gestión correspondiente ante las autoridades nacionales para obtener la asignación de un espacio aéreo específico (al momento de finalizar la investigación, este espacio aéreo tenía carácter temporal) para llevar a cabo las actividades de planeadores del Club de Planeadores Rosario.



3. CONCLUSIONES

3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente/incidente

- ✓ La aeronave experimentó un colapso estructural durante el vuelo.
- ✓ No se identificaron fallas o elementos faltantes relacionados con el proceso de armado del planeador.
- ✓ No hubo indicios de desprendimiento de partes previo al colapso.
- ✓ Las evidencias indicaron que la estructura experimentó cargas que excedieron los límites estructurales de forma simétrica.
- ✓ El origen de las cargas actuantes no pudo ser establecido fehacientemente, pero se consideran dos escenarios posibles: una acción comandada producto de una maniobra de restablecida positiva o un fenómeno de *flutter*.
- ✓ Debido a la magnitud del impacto de la aeronave contra el terreno no hubo posibilidad de supervivencia de su piloto.

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:

- ✓ El vuelo se inició en un aeródromo ubicado dentro del TMA de Rosario. Aunque el piloto mantuvo comunicación con la TWR de Rosario, ingresó al CTR sin haber obtenido autorización.
- ✓ La aeronave se encontraba alterada por el cambio de su hélice, aunque este hallazgo no guarda relación de causalidad con el accidente.



4. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Las lecciones que surgen de esta investigación que pueden ser base de acciones por propietarios de aeronaves y/o de difusión y comunicación por la Administración Nacional de Aviación Civil es una:

ASO AE-48-23

- ✓ La importancia de considerar las limitaciones de operación debido a que las aeronaves diseñadas y fabricadas por aficionados no están sujetas a un proceso de certificación que exija demostrar aspectos técnicos de diseño de acuerdo con una norma estándar. Esta situación genera incertidumbre en cuanto a ciertas características de vuelo y al comportamiento estático y dinámico de la estructura.