

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

# JIAAC | INVESTIGACIÓN PARA LA SEGURIDAD AÉREA

Pérdida de control en vuelo

Escuela de vuelo Hangar Sud

Cessna 150M, LV-CZA

Lozada, Córdoba

21 de agosto de 2018

**40778289/18**



Ministerio de Transporte  
Presidencia de la Nación

Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil  
Av. Belgrano 1370, piso 12º  
Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1093AAO  
(54+11) 4382-8890/91  
[www.argentina.gob.ar/jiaac](http://www.argentina.gob.ar/jiaac)  
[info@jiaac.gob.ar](mailto:info@jiaac.gob.ar)

Informe de Seguridad Operacional 40778289/18

Publicado por la JIAAC. En caso de utilizar este material de forma total o parcial se sugiere citar según el siguiente formato Fuente: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil.

El presente informe se encuentra disponible en [www.argentina.gob.ar/jiaac](http://www.argentina.gob.ar/jiaac)

## ÍNDICE

<b>ADVERTENCIA</b> .....	<b>5</b>
<b>NOTA DE INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>SINOPSIS</b> .....	<b>9</b>
<b>1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS</b> .....	<b>10</b>
1.1 Reseña del vuelo .....	10
1.2 Lesiones al personal .....	11
1.3 Daños en la aeronave .....	11
1.4 Otros daños .....	12
1.5 Información sobre el personal.....	12
1.6 Información sobre la aeronave.....	13
1.7 Información meteorológica .....	16
1.8 Ayudas a la navegación .....	16
1.9 Comunicaciones.....	16
1.10 Información sobre el lugar del suceso .....	16
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.....	18
1.14 Incendio .....	18
1.15 Supervivencia .....	18

<b>1.16</b>	<b>Ensayos e investigaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>1.17</b>	<b>Información orgánica y de dirección .....</b>	<b>22</b>
<b>1.18</b>	<b>Información adicional .....</b>	<b>23</b>
<b>1.19</b>	<b>Técnicas de investigaciones útiles o eficaces .....</b>	<b>23</b>
<b>2.</b>	<b>ANÁLISIS .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2</b>	<b>Aspectos técnicos-operativos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b>Aspectos institucionales .....</b>	<b>30</b>
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente .....</b>	<b>35</b>
<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>A la Administración Nacional de Aviación Civil.....</b>	<b>37</b>

## ADVERTENCIA

La misión de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) es determinar las causas de los accidentes e incidentes acaecidos en el ámbito de la aviación civil cuya investigación técnica corresponde instituir. Este informe refleja las conclusiones de la JIAAC, 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 aeronáutica.

De conformidad con el Anexo 13 –Investigación de accidentes e incidentes de aviación– al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17285), la investigación de accidentes e incidentes tiene carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

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

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

## NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de aviación.

El modelo ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado 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 y/o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- ✓ Las defensas del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- ✓ Finalmente, los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas están 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.

La investigación que se detalla en este informe se basa en el modelo sistémico. Tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como a otros factores de riesgo de seguridad operacional que, aunque sin relación de causalidad en el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. Lo antedicho, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.

---

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS<sup>1</sup>

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil

AOA: Ángulo de Ataque

CAR: *Civil Aviation Regulations*

EAM: Escuela de Aviación Militar

ELT: Transmisor de Localización de Emergencia

FAR: *Federal Aviation Regulations*

GPS: Sistema Mundial de Navegación por Satélite

JIAAC: Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

UTC: Tiempo Universal Coordinado

---

<sup>1</sup> Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas en inglés. En muchos casos las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.

## SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente experimentado por la aeronave LV-CZA, un Cessna 150M, en Lozada (Córdoba), el 21 de agosto del 2018 a las 13:00 horas, durante un vuelo de instrucción.

El informe presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con la recuperación de actitudes de vuelo no habituales y la pérdida de control de la aeronave en vuelo, y con las exigencias de la normativa vigente respecto de la práctica real de maniobras específicas durante la formación de los pilotos.

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



Figura 1. Imagen de la aeronave LV-CZA

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1 Reseña del vuelo

El 21 de agosto de 2018, la aeronave LV-CZA, un Cessna 150M, despegó a las 12:15 horas<sup>2</sup> del Aeródromo de Coronel Olmedo (Córdoba), en un vuelo de instrucción, con un alumno piloto y un instructor a bordo. Luego de 35 minutos de vuelo, durante una maniobra de ascenso, la aeronave ingresó en una condición incipiente de pérdida de sustentación aerodinámica, que derivó en una barrena (*spin*) y en la pérdida de vuelo controlado. La aeronave completó seis giros durante la barrena, sin poder restablecer el vuelo controlado y finalmente impactó contra el terreno. Como consecuencia del suceso, la aeronave se destruyó en su totalidad y sus dos ocupantes fallecieron.

El accidente ocurrió de día y en buenas condiciones meteorológicas.



Figura 2. Aeronave LV-CZA

---

<sup>2</sup> Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC), que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario -3.

## 1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	2	0	0	2
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

Destruída.



Figura 3. Imagen de los daños

### 1.3.2 Motor

Daños de importancia.

### 1.3.3 Hélice

Destruída. Ambas palas sufrieron deformaciones.

### 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	27 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Instructor de vuelo de avión (Certificación provisoria)
Habilitaciones	Monomotores terrestres Multimotores terrestres Vuelo por instrumentos Vuelo nocturno
Certificación médico-aeronáutica	Clase I Válida hasta el 31/03/2019

Tabla 2

La certificación del instructor de vuelo fue emitida el 20 de julio de 2018 y, aunque era todavía de carácter provisorio por cuestiones administrativas, permitía a su titular ejercer todos los privilegios de la licencia. El instructor realizó el curso teórico de instructor de vuelo en la Escuela Alas, bajo la modalidad no presencial, durante el 2017. La escuela se encuentra en Córdoba capital, y dicta cursos presenciales y a

distancia. El curso práctico, que consta de 10 horas de vuelo, fue realizado en la Escuela de Vuelo Hangar Sud (ver punto 1.17) durante 2018. Al momento del accidente había realizado 15 vuelos como instructor, con un total de 13,9 horas en tal función.

Su experiencia era la siguiente:

Horas de vuelo	General	En el tipo
Total general	556,4	Sin datos
Últimos 90 días	48,9	11,4
Últimos 30 días	44,9	10,1
Últimas 24 horas	6,1	0,8
En el día del suceso	0,8	0,8

Tabla 1

Alumno piloto	
Sexo	Masculino
Edad	20 años
Nacionalidad	Argentina
Certificación médico-aeronáutica	Clase II Válida hasta el 28/02/2021

Tabla 2

El alumno piloto estaba realizando el curso de piloto privado de avión. Al momento del accidente cumplía la lección número tres, de acuerdo con el manual *Curso de Instrucción Reconocida y Registro de Vuelo para Piloto Privado de Avión*. Este manual es la fuente de referencia habitual para la formación práctica de pilotos durante la primera etapa de la formación.

## 1.6 Información sobre la aeronave

El Cessna C-150 es una aeronave ligera, enteramente metálica, de ala alta, y tren de aterrizaje triciclo. Es un avión de dos plazas, con un motor Continental O 200-A de cuatro cilindros y 100 hp de potencia. La hélice es de paso fijo y los *flaps* son ranurados (*fowler*), accionados eléctricamente y extensibles a tres posiciones: 10, 20

y 40 grados. La aeronave estaba certificada de conformidad con la reglamentación vigente y mantenida de acuerdo con el plan de mantenimiento del fabricante.

La aeronave accidentada había sido fabricada en 1975, pero el Certificado Tipo (*Type Certificate*) del Cessna 150 fue otorgado en 1957, en el marco de las *Civil Aviation Regulations* (CAR). Las CAR eran el conjunto de normas –predecesoras de las *Federal Aviation Regulations* (FAR) y que entraron en vigencia a partir de 1958– que prescribían la aviación civil en los Estados Unidos de Norteamérica antes de ese año.

El modelo de Cessna 150 involucrado en este accidente fue el M, que es la variante final del Cessna 150 y tiene un incremento de 15% en la superficie de la cola y el timón de dirección con respecto al diseño básico. Esto permite mejorar el manejo de la aeronave en condiciones de viento cruzado. El Cessna 150M no está certificado para maniobras acrobáticas, incluyendo la ejecución intencional de barrenas, que están prohibidas.

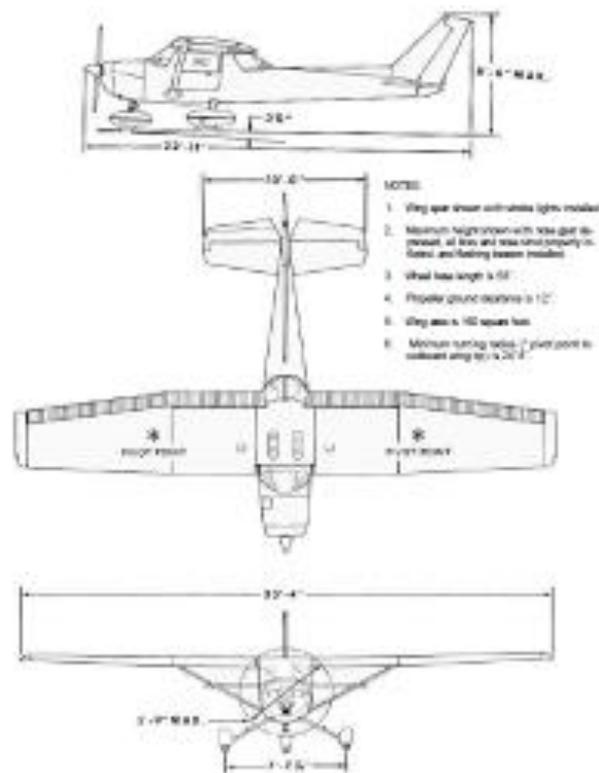


Figura 4. Perfiles de la aeronave

Aeronave		
Marca	Cessna	
Modelo	150M	
Categoría	Avión	
Fabricante	Cessna	
Año de fabricación	1975	
Número de serie	15076880	
Peso máximo de despegue	725,75 kg	
Peso máximo de aterrizaje	725,75 kg	
Peso vacío	504 kg	
Fecha del ultimo peso y balanceo	13 de enero de 1987	
Horas totales	7.800,6 horas	
Horas desde la última recorrida general	Sin datos	
Horas desde la última inspección	10,8	
Certificado de matrícula	Propietario	Privado
	Fecha de expedición	12 de noviembre de 2012
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Normal
	Fecha de emisión	20 de noviembre de 2012
	Fecha de vencimiento	No posee

Tabla 3

Motor	
Marca	Continental
Modelo	O-200-A
Fabricante	Teledyne Continental
Número de serie	214312-72 A
Horas totales	5.541,4
Horas desde la última recorrida general	4.582,1
Horas desde la última inspección	10,8
Habilitación	1800 horas o por tiempo 2019

Tabla 4

Hélice	
Marca	Mc Cauley
Modelo	1 A 102/6948
Fabricante	Mc Cauley Propeller
Número de serie	G 16015
Horas totales	7.076,8
Horas desde la última recorrida general	1.174,7 desde noviembre
Horas desde la última inspección	10,8
Habilitación	2.000 hs o por tiempo 2022

Tabla 5

Peso y balanceo al momento del accidente	
Peso vacío	504,0 kg
Peso del piloto	72,0 kg
Peso del alumno	70,0 kg
Peso del combustible	70,0 kg
Peso total	716,0 kg
Peso máximo permitido de despegue	725,75 kg
Diferencia en menos	9,75 kg

Tabla 6

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

### 1.7 Información meteorológica

No relevante.

### 1.8 Ayudas a la navegación

No aplica.

### 1.9 Comunicaciones

No aplica.

### 1.10 Información sobre el lugar del suceso

El accidente ocurrió en una zona rural ubicada a 2 km al noroeste de la localidad de Lozada y a 16 km al sur del aeródromo de partida, en la provincia de Córdoba.

Lugar del suceso	
Ubicación	2 km al noroeste de Lozada, Córdoba
Coordenadas	31°37'50" S-064°06'49" W
Elevación	403 metros-1322 ft



Figura 5. Lugar del accidente

### 1.11 Registradores de vuelo

No aplica.

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

La aeronave impactó contra el terreno, con un ángulo aproximado de 45° de nariz abajo. No hubo dispersión de restos.



Figura 6. Ala derecha de la aeronave accidentada

La figura 6 permite observar la deformación del borde de ataque del ala derecha de la aeronave, deformación que es consistente con un impacto contra el terreno con la aeronave en viraje hacia la izquierda. Esto es, a su vez, indicativo de una pérdida de control de la aeronave en vuelo.

### **1.13 Información médica y patológica**

No se identificó evidencia médico-patológica relacionada con el desencadenamiento del accidente ni en el instructor ni en el alumno piloto.

### **1.14 Incendio**

No hubo.

### **1.15 Supervivencia**

Los anclajes del asiento y los cinturones de seguridad no soportaron el esfuerzo al que fueron sometidos como consecuencia del impacto contra el terreno, lo que generó energía por encima del nivel de resistencia de los anclajes y los arneses.

La aeronave fue localizada de forma inmediata debido a la notificación del accidente por un testigo presencial. El Transmisor de Localización de Emergencia (ELT) se activó y funcionó adecuadamente.

### **1.16 Ensayos e investigaciones**

La investigación no identificó fallas técnicas en la aeronave que pudieran haber tenido relación con el accidente. Se recuperó una cámara *GoPro* instalada en el lado interno del parabrisa de la aeronave. La cámara filmó frontalmente a ambos tripulantes y registró íntegramente el vuelo.

La grabación permitió evaluar las condiciones del vuelo durante el ascenso, en los momentos previos a la pérdida de control, y en la trayectoria de descenso hasta el impacto contra el terreno.

Adicionalmente, a fin de analizar la interacción entre el instructor y el alumno piloto, se solicitó asesoramiento a un grupo especializado en la lectura de labios de la Cruz

Roja Argentina, ya que el sonido ambiente registrado por la cámara dificultaba escuchar los intercambios verbales entre el instructor y el alumno piloto durante el vuelo. Esto permitió contextualizar la situación operativa y apoyar el análisis del vuelo en los momentos previos al desenlace del accidente.

El examen del video y los resultados de la lectura de labios permitieron establecer que la barrena y la posterior pérdida de control en vuelo se produjeron durante un ascenso, realizado para recuperar altura luego de una práctica de virajes coordinados. El video permite apreciar la vibración en la estructura de la aeronave, que es un típico precursor de la pérdida de sustentación aerodinámica y que, a su vez, derivó en la barrena y en la pérdida de vuelo controlado, cuando la aeronave se encontraba a una altura estimada de entre 1000 ft a 1200 ft sobre el terreno.

La estimación de la altura de la aeronave resultó de la integración de información de diferentes fuentes:

- ✓ Se descargaron los datos del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GPS) de la aeronave, y se cotejó estos datos con la altura máxima a la que deben volar las aeronaves civiles en la zona del accidente para evitar la intrusión en la zona restringida para operaciones de la Escuela de Aviación Militar (EAM).
- ✓ Se consultó a la escuela de vuelo a la que pertenecía la aeronave acerca de la altura típica a la que operaran sus aeronaves durante instrucciones similares a la que realizaba la aeronave accidentada.
- ✓ Se cotejó información GPS de vuelos anteriores, grabados en otras aeronaves de la escuela, en el mismo sector y temas de instrucción similares al de la aeronave accidentada.
- ✓ Se compararon las imágenes visuales grabadas con el tamaño de los objetos que se observan en el video (silos bolsa, dimensión de los campos, alambrados, cascos de estancia, etc.).

El agregado de toda esta información resultó en la altura estimada de 1000ft a 1200 ft sobre el terreno.

Hasta el momento del ingreso de la aeronave en la condición de pérdida de sustentación aerodinámica, el alumno piloto estaba a cargo de los comandos de vuelo de la aeronave. Ante la entrada en pérdida de sustentación e ingreso a la fase incipiente del tirabuzón, el instructor se hizo cargo de los comandos de forma inmediata. Instantes antes del ingreso en la pérdida de sustentación, el instructor había indicado al alumno "pedal, pedal", en referencia al uso correcto de los comandos de vuelo para mantener el vuelo coordinado en ascenso.



Figura 7. Imagen del momento previo a la pérdida de control en vuelo

La aeronave ingresó en la condición de pérdida de sustentación con un ángulo de cabeceo aproximado de 32° de nariz arriba, con potencia de ascenso aplicada. En tal condición se produjo la caída del ala izquierda, que se intentó levantar con movimiento de alerones en sentido contrario al de la caída del ala, al tiempo que se redujo la potencia del motor a ralentí. La aeronave ingresó entonces en una condición incipiente de barrena.

La aeronave superó la fase incipiente de barrena, se estableció en un giro continuo por izquierda, que se aceleró hasta realizar un giro de 360° sobre su eje lateral, lo que se repitió cada dos segundos. El tiempo desde el inicio del ascenso hasta el ingreso a la condición de pérdida de sustentación fue de seis segundos, y desde el inicio de la barrena hasta el impacto contra el terreno fue de 16 segundos.



Figura 8. Imagen previa al impacto contra el terreno

Desde el inicio de la barrena y la pérdida de vuelo controlado hasta el momento del impacto contra el terreno, la aeronave realizó seis giros completos, y el comando de profundidad se mantuvo accionado hacia atrás, en su máxima deflexión, de manera ininterrumpida.



Transcurrieron 16 segundos desde la pérdida de control de la aeronave hasta el impacto contra el terreno.

La aeronave realizó 6 giros completos de 360° por izquierda con un ángulo promedio de 45° de nariz abajo.

Figura 9. Imagen del timón de profundidad obtenida de la cámara GoPro

Se realizaron entrevistas a instructores, pilotos e inspectores de la escuela propietaria de la aeronave accidentada. El resultado de estas entrevistas puso de manifiesto que los participantes conocían la teoría de las técnicas de recuperación de actitudes anormales de vuelo, incluyendo la recuperación de barrenas. En este sentido, la autoridad aeronáutica se limita a evaluar el conocimiento teórico de estos temas durante la certificación de los pilotos. Sólo el jefe de instructores de Hangar Sud había realizado la práctica *real* de maniobras de recuperación de actitudes anormales de la aeronave y de salidas de barrena.

También se obtuvo evidencia que, durante la evaluación para la certificación como instructor de vuelo realizada por inspectores de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), la única exigencia normativa reglamentada es la demostración verbal de aviso de barrena, pero la realización de su práctica durante el examen de evaluación está prohibida.

Durante la investigación se realizó una entrevista a un piloto que experimentó una entrada en barrena de manera inadvertida, en circunstancias operativas similares y con una aeronave similar a la accidentada. Este piloto, por el tipo de instrucción que brindaba, realizaba de manera frecuente la maniobra de tirabuzón, pero en aeronaves de mayor performance que la accidentada, y aprobadas para la realización de este tipo de maniobras. Esta entrevista aportó una perspectiva adicional para el análisis de este accidente, desarrollada en la sección 2 del informe.

### **1.17 Información orgánica y de dirección**

La aeronave pertenecía a un propietario privado y estaba afectada a la escuela de vuelo Hangar Sud, ubicada en el aeródromo de Coronel Olmedo (Córdoba). Al momento del accidente la escuela tenía cinco aeronaves y ocho instructores en actividad.

La escuela de vuelo opera en el aeródromo de Coronel Olmedo desde 1989. Tiene una actividad promedio de cincuenta alumnos anuales entre la licencia de piloto privado de avión y licencias superiores, y otros cincuenta pilotos en actividad permanente de entrenamiento.

### 1.18 Información adicional

No aplica.

### 1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

---

## 2. ANÁLISIS

### 2.1 Introducción

La base de datos de accidentes en Argentina de la JIAAC sustancia que pérdida de control en vuelo (LOC-I) es la quinta causa de accidentes en aviación general en la Argentina, luego de accidentes debido a falla de componentes que no sean la planta de poder (NP), falla de planta de poder (PP), excursión de pista (RE) y contacto anormal con el terreno (ARC).

LOC-I no es un tipo de accidente de alta prevalencia en Argentina: de 252 accidentes de aviación general experimentados por la aviación general en Argentina en el período 2014-2019, solamente 35 accidentes (13%) fueron debido a pérdida de control en vuelo. No obstante, de los 35 accidentes por pérdida de control en vuelo, 15 accidentes (43%) fueron fatales. En comparación, la inmensa mayoría de accidentes en la aviación general (87%) no resulta en fatalidades.

La conclusión evidente: la *probabilidad* de accidentes LOC-I en Argentina – estadísticamente– es relativamente baja, pero la *severidad* de los mismos es elevada. De hecho, es la categoría de accidente de mayor severidad en Argentina, ya que casi uno de cada dos accidentes LOC-I resulta en fatalidades. Esto fundamenta la necesidad prioritaria de adoptar medidas preventivas de este tipo de accidentes.

Hay varias situaciones que propician los accidentes LOC-I en aviación general. Una situación reiterada es, por ejemplo, el intento de continuación de vuelo visual en condiciones instrumentales. Otra situación frecuente es durante la práctica de maniobras de instrucción/entrenamiento, como fue el caso en este accidente: la situación de pérdida de vuelo controlado tuvo su origen durante un ascenso, posterior a la realización de maniobras que típicamente apuntan a generar confianza en el alumno (virajes coordinados de 30° de inclinación).

La JIAAC ha publicado un Alerta de Seguridad Operacional sobre LOC-I<sup>3</sup> que, entre otras consideraciones, proporciona dos datos de interés: 32% de los accidentes de pérdida de control en vuelo en Argentina se originan en la fase de ascenso inicial, y la experiencia promedio de los pilotos involucrados es de 250 horas (valor no disimilar a la experiencia de los pilotos en este accidente).

## 2.2 Aspectos técnicos-operativos

### Aspectos generales

El término *pérdida de control* fue introducido formalmente por un grupo de trabajo internacional en 2004, en la "Guía del piloto para la recuperación de pérdida de control de una aeronave", que es parte del *Material de instrucción para la recuperación de pérdida de control de una aeronave*.

Este grupo de trabajo se enfocó principalmente en aeronaves de transporte de gran porte y eligió un término que describe una *actitud inusual* de una aeronave y/o su *pérdida de control*. Como parte de la definición, se describieron parámetros de aplicación genérica a diferentes tipos de aeronave de transporte comercial de gran porte, pero al mismo tiempo específicos en cuanto a su conceptualización, a fin de permitir su transferencia a otros tipos de aeronaves.

Según la Guía, la pérdida de control se define como un suceso en el que se exceden involuntariamente los parámetros bajo los que normalmente se conduce un vuelo de transporte o de instrucción. Estos parámetros son:

- ✓ Aeronave en actitud de cabeceo superior a 25°, nariz arriba.
- ✓ Aeronave en actitud de cabeceo superior a 10°, nariz abajo.
- ✓ Aeronave con ángulo de alabeo superior a 45°.

---

<sup>3</sup> <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/alerta-loc-i.pdf>

- ✓ Aeronave dentro de los parámetros mencionados en los tres puntos anteriores, pero que opera a velocidades inapropiadas para las condiciones operativas prevalecientes.

La referencia a velocidades inapropiadas en la Guía se aplica a un número de estados no deseados de la aeronave, incluyendo la pérdida de sustentación aerodinámica. Sin embargo, cabe aclarar una confusión frecuente: la pérdida de sustentación aerodinámica se relaciona *directa e inevitablemente* con el Ángulo de Ataque (AOA)<sup>4</sup> del perfil aerodinámico y no con la velocidad de la aeronave.

Por su parte, una barrena es una pérdida de sustentación agravada que normalmente ocurre a partir de una entrada en pérdida de sustentación aerodinámica con el avión en condición de guiñada, y que resulta en una trayectoria de descenso en viraje continuo. A medida que el avión gira alrededor de su eje lateral, el ala del lado externo con respecto al sentido del viraje experimenta menor pérdida de sustentación aerodinámica que el ala del lado interno en el sentido del viraje. Esto crea un movimiento conjunto de balanceo, guiñada y cabeceo, y el avión desciende en una trayectoria en espiral debido a una combinación de gravedad, balanceo, guiñada y cabeceo.

Cabe aquí también aclarar otra confusión: dada su condición de pérdida agravada, la barrena no es una maniobra acrobática. Su práctica, por ejemplo durante la instrucción y fundamentalmente su recuperación, no debe ser considerada como una maniobra acrobática sino como una maniobra *defensiva*.

La información generada por la entrevista mencionada en la sección 1.16, a un instructor experimentado en maniobras complejas, es ilustrativa para aportar a contextualizar la situación operativa enfrentada por los pilotos de la aeronave accidentada. Este instructor testimonió su experiencia en el sentido que la práctica real de maniobras de vuelo proporciona al piloto herramientas al momento de resolver situaciones en vuelo como la que disparó este accidente. No obstante, que la situación

---

<sup>4</sup> Se denomina *ángulo de ataque* al ángulo que forman la cuerda geométrica de un perfil alar con la dirección del aire incidente. Es un parámetro que influye decisivamente en la capacidad de generar sustentación de un ala y/o en la capacidad de generar tracción en las palas de una hélice.

surja de manera inesperada e inadvertida al mismo tiempo, a baja altura (aproximadamente 1000 ft sobre el terreno) como en este caso, hace razonable estimar que impacta de manera sustancial sobre la probabilidad de una gestión exitosa de la situación.

Al relatar su experiencia pasada, el piloto manifestó que la baja altura y la observación de terreno "llenando", el parabrisas de la aeronave induce a intentar levantar la nariz del avión, antes de reconocer la condición de barrena, y puede resultar –como en este caso– en la aplicación de técnicas de recuperación incorrectas. Adicionalmente, este piloto expresó su convicción de que el reconocimiento de pérdida de control y la ejecución exitosa de la recuperación hace necesario –particularmente a baja altura– tener mecanizada la técnica apropiada, algo que se logra solamente mediante la práctica: en su experiencia, si bien la instrucción teórica aporta herramientas, no son suficientes para gestionar de la manera más efectiva este tipo de circunstancias operativas.

### Análisis de la secuencia del suceso

La evidencia disponible no permitió determinar con certeza por qué un ascenso normal –maniobra estadísticamente prevalente en los accidentes LOC-I en Argentina, pero de simple ejecución– llevó a un deterioro tal de la condición operativa que concluyó en la pérdida de vuelo controlado y el impacto contra el terreno. El video permite observar un desempeño normal de la tripulación, y que la atención del alumno piloto y el instructor estaba abocada a la operación de la aeronave, sin distracciones. Bajo estas circunstancias, la explicación de por qué no se advirtió el incremento en el ángulo de cabeceo hasta alcanzar 32°, no es obvia ni evidente.

El manual de la aeronave Cessna 150M incluye una técnica para gestionar la salida de barrena no comandada que permite el restablecimiento de vuelo controlado. La siguiente información proviene del manual de vuelo de la aeronave Cessna 150M, en la sección 3 "Procedimientos de Emergencia".

#### *Barrena*

*En caso de una barrena involuntaria, se debería seguir el siguiente procedimiento de recuperación:*

- (1) Reduzca la potencia a posición de ralenti.*

- (2) *Coloque alerones en posición neutral.*
- (3) *Aplique y mantenga timón de dirección a fondo en dirección opuesta a la rotación.*
- (4) *Apenas el timón logre la detención [de la rotación], mueva el control de profundidad rápidamente hacia adelante lo suficiente como para detener la pérdida [de sustentación]. Se podría necesitar llevar el timón de profundidad todo abajo si el centro de gravedad está cerca de su límite posterior, para garantizar recuperaciones óptimas.*
- (5) *Mantenga estas posiciones de controles hasta que la rotación se detenga. La relajación prematura de las posiciones de controles podría extender la recuperación.*
- (6) *Cuando se detenga la rotación, neutralice el timón de dirección, y realice una recuperación suave del descenso.*

La evidencia obtenida por la investigación sugiere que la técnica de recuperación no se aplicó de manera consistente con la información en el manual de vuelo, fundamental pero no únicamente, en cuanto al uso del control de profundidad. En este sentido, la experiencia colectiva de la industria ha permitido identificar los desfasajes más comunes respecto de la técnica recomendada para la gestión de la trayectoria de vuelo ante barrenas no comandadas. Algunos de estos desfasajes se dieron en este accidente:

- ✓ Evaluación incorrecta del tipo de pérdida temporal de los controles de vuelo<sup>5</sup> en que se encontraba el avión.
- ✓ El *timing* u oportunidad del reconocimiento que la aeronave se encontraba en tirabuzón.
- ✓ El intento de levantar el ala "caída" mediante el uso del comando de alerones.

---

<sup>5</sup> *Pérdida temporal de los controles de vuelo* es el tiempo en que los mismos dejan de tener efectividad hasta que pueden ser recuperados aplicando los input correctos.

- ✓ La aplicación y mantenimiento de presión hacia atrás en el comando del elevador (actitud de cabreado) durante la entrada y el desarrollo del tirabuzón.

A estos factores se debe agregar en este caso puntual la proximidad de la aeronave al terreno (entre 1000 y 1200 ft AGL), la presión de tiempo (22 segundos desde el inicio del ascenso hasta el impacto con el terreno) y la eventual sorpresa ante un evento inesperado, fuera de las expectativas de ambos pilotos. La combinación de estas circunstancias ya descritas define una difícil condición operativa, agravada por la urgencia en la necesidad de una respuesta. De manera sintética:

- ✓ La investigación sustanció que el tirabuzón que experimentó el LV-CZA ocurrió cuando las alas excedieron el ángulo de ataque crítico del perfil y la aeronave ingresó a una condición de pérdida de sustentación aerodinámica, acompañada por un deslizamiento lateral –o guiñada– que potencializó la condición de pérdida real de sustentación aerodinámica.
- ✓ El efecto de guiñada es observable en el video, y es lógica conclusión que el tirabuzón y la subsiguiente pérdida de control fueron resultado conjunto de (a) la técnica de aplicación de timón de dirección durante la maniobra de ascenso, (b) una guiñada adversa creada por deflexión de alerones, y (c) el efecto de motor/hélice, incluyendo el “factor p”, que es una torsión y torbellino de hélice en espiral y precesión giroscópica con el motor en potencia de ascenso.
- ✓ Es una hipótesis razonable que la guiñada fue inducida por la técnica de uso del timón de dirección por el alumno piloto.
- ✓ Es también una hipótesis razonable que el instructor de vuelo –debido a su vigilancia de la coordinación en el uso de los comandos de vuelo por el alumno piloto y sus instrucciones al respecto– no advirtió el incremento en el ángulo de cabeceo hasta que el avión entró en deslizamiento lateral hacia el ala interior con respecto al sentido del viraje (ala izquierda).
- ✓ La eventual demora en iniciar la recuperación de la pérdida de sustentación aerodinámica, la reducción de la potencia a ralentí, el intento de levantar el ala “caída” con los alerones, y la presión hacia atrás de manera continuada del comando del elevador generaron, conjuntamente, una

condición que derivó en la entrada en tirabuzón, que se fue acentuando progresivamente durante seis giros completos.

En función de la información estadística en la introducción de este análisis, la investigación consideró la probabilidad de la influencia de la experiencia de los pilotos como contribuyente al desencadenamiento del accidente, especialmente, la experiencia del instructor de vuelo en tal función. La información factual y objetiva acumulada por la investigación no permite apoyar ninguna conclusión –que no sea opinión– sobre una relación contributiva entre la experiencia de los pilotos y el accidente.

### 2.3 Aspectos institucionales

El análisis de los aspectos técnico-operativos en la sección anterior define una situación operativa cuyo origen fue relativamente simple (la coordinación en la aplicación de los comandos de vuelo durante un ascenso) pero que, una vez desencadenada, escaló en complejidad en un brevísimo período de tiempo, dificultando su exitosa gestión. El análisis de los aspectos institucionales debe entonces forzosamente enfocarse en las defensas del sistema aeronáutico que podrían haber apoyado el desempeño operativo de los pilotos en la efectiva resolución de la situación planteada.

Hay dos defensas que son de relevancia al análisis –la normativa y la instrucción– que en este accidente están conectadas por una consideración común: el valor relativo de la certificación de pilotos basada en la demostración de *conocimientos teóricos* en contraposición al valor relativo de la certificación basada en la demostración real de *aptitudes prácticas*.

La certificación de la escuela de vuelo que impartía la instrucción, la certificación de la aeronave, y las certificaciones del instructor de vuelo y del alumno piloto cumplían con los requisitos de la normativa vigente. En síntesis, la investigación no sustanció desfasajes normativos, ni a nivel institucional ni a nivel personal, que podrían haber contribuido al accidente.

No obstante, la normativa relativa a la certificación de pilotos privados e instructores de vuelo permite que algunos aspectos de la evaluación para la certificación sean

demostrados únicamente por medio del conocimiento teórico de ciertas maniobras de vuelo. Tal es el caso de la recuperación de barrenas y actitudes inusuales de la aeronave que son precursores de la pérdida de control en vuelo.

Así, un aspirante a la licencia de instructor de vuelo (o a la licencia de piloto privado) debe *verbalizar*, durante su examen de certificación, el conocimiento de las técnicas a aplicar para la gestión de estos estados indeseados de la aeronave. La normativa vigente no contempla como requisito la demostración práctica, real, de las aptitudes psicomotrices necesarias para la resolución de estos estados de la aeronave. De hecho, la documentación de la ANAC sobre el tema es explícita en cuanto a la *prohibición* de la ejecución de barrenas.

Las razones para esto se resumen básicamente en una sola: la escasez en Argentina de aeronaves de instrucción cuya certificación permita la ejecución intencional de estas maniobras de manera segura. El recurso alternativo para subsanar este déficit es, entonces, la exigencia de la demostración de conocimiento teórico sobre el tema, especialmente, el recitado o enumeración de los pasos que abarcan las técnicas de recuperación durante el examen de certificación de instructor o piloto privado por la ANAC.

Es sabido que *decir cómo hacer* y *saber cómo hacer* son cuestiones diferentes. El conocimiento es prerrequisito, pero no garantía de la aptitud psicomotriz. Esta diferencia se hace más notable cuando el conocimiento debe ser transformado en aptitud psicomotriz bajo las condiciones dinámicas, complejas y con matices claros y oscuros que caracterizan a las operaciones de vuelo. En tales condiciones, aun la aplicación exitosa de aptitudes psicomotrices que han sido ejercitadas (en muchos casos de manera repetitiva) puede verse deteriorada, como la historia de la investigación de accidentes demuestra. Bajo tales condiciones, la aplicación exitosa de aptitudes psicomotrices que jamás han sido ejercitadas en la práctica real se convierte en una cuestionable probabilidad.

La conclusión del análisis de los aspectos institucionales en torno a este accidente es evidente: dada la severidad de las consecuencias de los accidentes LOC-I, es necesario arbitrar las medidas necesarias –con la debida consideración de las limitaciones del contexto local– para que la certificación de pilotos incluya la demostración práctica de las aptitudes psicomotrices necesarias para la resolución

exitosa de actitudes inusuales de las aeronaves, incluyendo tirabuzones. Se trata de desarrollar aptitudes psicomotrices para ejecutar maniobras de naturaleza defensiva y no acrobática.

Como parte de la investigación y análisis del accidente, y en apoyo a la iniciativa descrita en el párrafo anterior, se anticipan cuatro alternativas de obvia consideración. La primera alternativa es la certificación de las aeronaves afectadas a la instrucción para que puedan realizar maniobras de alta performance o acrobáticas, de manera tal que los aspirantes a licencias de piloto puedan practicar maniobras defensivas como la barrena. Para que una aeronave realice maniobras de alta performance (o acrobáticas) debe poseer una estructura que soporte el nivel de aceleraciones y de factores de carga que se producen en esas maniobras, como así también sistemas de motor que permitan un normal funcionamiento aun cuando la aeronave esté invertida, con Gs negativas o maniobras extremas.

La variedad del parque aeronáutico de aeronaves de instrucción en Argentina y –en gran medida– la edad del mismo, desaconsejan esta alternativa. Una de las aeronaves más utilizadas para la instrucción de pilotos en Argentina es el Cessna 150, en sus diferentes variantes, de las cuales solo la versión *Aerobat* está certificada para acrobacia. Como se señala en la sección 1.6, el certificado de tipo de esta aeronave data de la “época CAR” (previo a 1958) y las exigencias de certificación para aeronaves acrobáticas son actualmente parte de las FAR. La conclusión es que cualquier intento en este sentido, inevitablemente mezclaría requerimientos de distintos sistemas de certificación, los que genera el potencial de una normativa híbrida. La misma consideración para el Cessna 150 es aplicable a otras aeronaves similares en el parque aeronáutico argentino afectadas a la instrucción.

La segunda alternativa es el uso de entrenadores de vuelo sintéticos para la demostración de aptitudes psicomotrices relacionadas con el reconocimiento y la recuperación de actitudes inusuales. En este sentido, la JIAAC realizó una ronda de consultas informales con instituciones de formación de pilotos en distintas regiones del país. La consulta solicitó opinión experta respecto del valor y utilidad del uso de entrenadores de vuelo sintéticos para desarrollar aptitudes prácticas de gestión de LOC-I. Los resultados de las consultas indican absoluto consenso de opinión entre expertos en cuanto a las limitaciones de esta propuesta. Todas las escuelas

consultadas indicaron que los entrenadores sintéticos utilizados en la aviación general para formación de pilotos civiles han sido diseñados exclusivamente para la práctica de navegación y de aproximaciones por instrumentos y técnicas similares. Por lo tanto, no reproducen performances de aeronave como las que son necesarias para el desarrollo de aptitudes psicomotrices en la gestión de LOC-I o maniobras de similar tenor.

La tercer alternativa, teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de material de vuelo apropiado, es la implementación de una aproximación gradual a la solución del tema. En esta alternativa, se deberían definir cuáles son las prioridades para la demostración de aptitudes prácticas en la gestión de LOC-I, de acuerdo con el tipo de licencia a emitir, limitando de esta manera la demanda del material de vuelo necesario para abastecer el requerimiento. Bajo esta perspectiva, la licencia prioritaria debería ser –inicialmente– la de instructor de vuelo, por dos motivos: primero, el efecto multiplicador en la formación de pilotos que tiene el instructor de vuelo; y segundo, en razón de la potencial exposición a actitudes inusuales de la aeronave y LOC-I durante las operaciones de formación de pilotos.

La cuarta alternativa, que puede implementarse en conjunto con la anterior o de manera independiente, es –siguiendo el ejemplo de numerosas autoridades de aviación civil– el desarrollo por la ANAC de una guía *específica y detallada* para la gestión de actitudes anormales de la aeronave y la recuperación de la pérdida de control en vuelo.

La ANAC ha publicado recientemente el *Manual de Piloto Privado de Avión*<sup>6</sup>, un documento con contenidos detallados y actualizados. El capítulo 4 del Manual (“Control de la aeronave”) incluye, entre otros temas, la explicación sobre el procedimiento de barrenas y sus técnicas de recuperación. El capítulo 9 (“Maniobras de rendimiento”) incluye información sobre virajes escarpados, espirales escarpadas, chandelles, y ochos perezosos. Bajo esta alternativa, la ANAC debería complementar

---

<sup>6</sup> <http://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/aviaciongeneral/2019/manual-del-piloto-privado-de-avi-n-2019-digital.pdf>

la información contenida en el *Manual de Piloto Privado de Avión* con un manual específico y detallado, basado en el *Manual de instrucción para la prevención y recuperación de la pérdida de control de la aeronave* de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (Doc. 10011), que es el documento oficial que la OACI propone como guía para cumplir con los requisitos de certificación de pilotos contenidos en el Anexo 1, "Licencias al personal". Esta alternativa es de valor solamente si se la implementa como medio de apoyo a la alternativa anterior de enmienda en la certificación de instructores de vuelo, y no como un fin en sí misma, ya que tanto el *Manual de Piloto Privado de Avión* como el *Manual de instrucción para la prevención y recuperación de la pérdida de control de la aeronave* son solamente recursos informativos de apoyo.

---

### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1 Conclusiones referidas a factores relacionados con el accidente

- ✓ Durante una maniobra de ascenso, con máxima potencia, el ángulo de cabeceo de la aeronave se incrementó hasta alcanzar 32°.
- ✓ Subsiguientemente, la aeronave excedió el ángulo de ataque (AOA) crítico de su perfil alar e ingresó a una condición de pérdida de sustentación aerodinámica.
- ✓ La pérdida de sustentación estuvo acompañada por un deslizamiento lateral –o guiñada– que potencializó la condición de pérdida de sustentación aerodinámica.
- ✓ La razón de la guiñada sólo puede explicarse en función de la técnica de uso del timón de dirección por el alumno piloto.
- ✓ La razón de la demora en el inicio de acciones correctivas solo puede explicarse debido a la concentración del instructor de vuelo en la vigilancia de la coordinación en el uso de los comandos de vuelo por el alumno piloto.
- ✓ La demora en iniciar la recuperación de la pérdida de sustentación aerodinámica, la aplicación de comando de alerones para levantar el ala “caída”, la reducción de la potencia a ralenti y la presión hacia atrás de manera continuada del comando del elevador generaron, conjuntamente, una entrada en barrena, llevando a una condición de pérdida de vuelo controlado que se fue acentuando progresivamente durante seis giros completos sobre el eje lateral de la aeronave.
- ✓ Hubo desfasajes en la aplicación de la técnica recomendada por el manual de vuelo de la aeronave para la recuperación de barrenas no comandadas y la técnica de recuperación aplicada en este accidente.

- ✓ La normativa vigente no impone el requisito de práctica durante la instrucción, y de demostración durante la evaluación de certificación, de las aptitudes psicomotrices necesarias para la resolución de actitudes inusuales de la aeronave, incluyendo barrenas.
-

## 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil

#### RSO 1768

La gestión de actitudes inusuales de la aeronave, y en particular de la barrena, son maniobras defensivas de vital importancia para la segura concreción de las operaciones de vuelo. Esto es de particular importancia durante las operaciones de vuelo para la formación de pilotos privados, por obvias razones de exposición. Por ello se recomienda:

*Enmendar la normativa vigente para introducir el requisito de demostración práctica de la técnica de recuperación de barrenas en el examen práctico de certificación inicial de los aspirantes a la licencia de instructor de vuelo, así como durante la capacitación periódica de repaso para mantener la validez de la misma.*

#### RSO 1769

La disponibilidad de material de guía actualizado es un contribuyente fundamental para la adquisición de conocimientos que apoyen el desarrollo de aptitudes psicomotrices. Por ello se recomienda:

*Publicar con máxima urgencia una guía para el piloto para la prevención y recuperación de la pérdida de control de la aeronave, específica para la aviación general, que refleje los contenidos del material internacional contemporáneo sobre el tema.*

---



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2019 - Año de la Exportación

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** LV-CZA - Informe de Seguridad Operacional

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 37 pagina/s.