



# INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE DE AVIACIÓN

1973-22

Accidente de aviación que afectó a una aeronave ultraliviano motorizado (ULM), tipo Paratrike, realizando un vuelo local, en el Lago Villarrica, Comuna de Pucón, Región de La Araucanía, el día 14 de enero de 2022.

## Antecedentes

---

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CONSIDERA LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS (SARPS) ESTABLECIDOS EN EL ANEXO 13, "INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN", AL CONVENIO DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, Y LO ESTABLECIDO EN EL "REGLAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN" (DAR-13), 3RA. EDICIÓN, APROBADO POR DECRETO SUPREMO N° 302 DE FECHA 20 DE OCTUBRE DE 2020, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL EL 12 DE FEBRERO DE 2021.

LA TÉCNICA UTILIZADA Y LOS PROCEDIMIENTOS INVESTIGATIVOS, ESTÁN ORIENTADOS A LA DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ORIGINARON EL SUCESO, Y NO OBEDECEN A OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN.

EL USO DE LOS RESULTADOS AQUÍ ALCANZADOS, DE SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN, PODRÍA TERGIVERSAR LOS RESULTADOS ESPERADOS.

Contenido

---

- Antecedentes ..... 1
- Lista de abreviaturas y términos ..... 4
- Reseña del suceso ..... 5
- 1. Información Factual ..... 5
- 1.1 Antecedentes del vuelo ..... 5
- 1.2 Lesiones de personas ..... 6
- 1.3 Daños a la aeronave ..... 6
- 1.4 Otros daños ..... 6
- 1.5 Información sobre la Tripulación ..... 6
- 1.5.1 Piloto ..... 6
- 1.6 Información de aeronave ..... 7
- 1.6.1 Información general ..... 7
- 1.6.2 Combustible ..... 7
- 1.6.3 Documentación a bordo ..... 8
- 1.6.4 Carga de la aeronave ..... 8
- 1.6.5 Estado de mantenimiento de la aeronave ..... 9
- 1.7 Información meteorológica ..... 9
- 1.8 Ayudas para la navegación ..... 9
- 1.9 Comunicaciones ..... 9
- 1.10 Información del lugar del suceso ..... 10
- 1.11 Registradores de vuelo ..... 10
- 1.12 Información sobre la aeronave y el impacto ..... 10
- 1.12.1 Inspección lugar del suceso ..... 10
- 1.12.2 Inspección a la aeronave (ULM) ..... 11
- 1.12.3 Inspección al lugar de despegue ..... 17
- 1.1. Información médica y patológica ..... 18
- 1.2. Incendio ..... 18
- 1.3. Aspectos de supervivencia ..... 18
- 1.4. Ensayos e investigación ..... 18
- 1.5. Información sobre organización y gestión ..... 18
- 1.6. Información adicional ..... 18
- 1.6.1 Extracto del relato del Piloto ..... 18

- 1.6.2 Extracto del relato de un testigo (pasajera)..... 19
- 1.6.3 Normativa aeronáutica..... 20
- 1.6.4 Ultraliviano No Motorizado (ULM)..... 21
- 1.6.5 Carga Alar (Guillermo Alberto Saez - Manual Básico del Parapentista) ..... 22
- 1.6.6 Filmación del suceso. .... 23
- 1.7. Técnicas de investigaciones útiles o eficaces ..... 24
- 2. Análisis ..... 24
- 3. Conclusiones ..... 26
- 4. Causa / Factores Contribuyentes ..... 27
- 4.1. Causa..... 27
- 4.2 Factores Contribuyentes..... 27
- 5. Recomendaciones sobre seguridad..... 27
- 6. Listado de Anexos ..... 28

## Lista de abreviaturas y términos

---

DAN	Normativa Aeronáutica
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
FOD	Restos de objetos extraños (Foreign Object Debris)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
HPA	Hecto Pascales (Unidad métrica de presión)
HJ	Desde el comienzo del crepúsculo civil matutino hasta el fin del crepúsculo civil vespertino
LB	Libras (medida de peso)
METAR	Informe meteorológico aeronáutico ordinario
MOGAS 97	Gasolina corriente usado en vehículos motorizados.
MPH	Millas por hora (velocidad)
MTS	Metros (Unidad de longitud)
N/A	No aplica
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PMA	Peso máximo de aterrizaje
PMD	Peso máximo de despegue
PARA TRIKE	Vehículo biplaza de tres ruedas motorizado con una hélice trasera
KG	Kilogramos (medida de peso)
SAR	Servicio Aéreo de Rescate
SCT	Nubes dispersas
ULM	Vehículo Ultraliviano Motorizado

## Reseña del suceso

---

El día 14 de enero de 2022, aproximadamente a las 19:30 hora local, una aeronave Ultraliviana Motorizada Paratrike (vehículo biplaza de tres ruedas motorizado con una hélice trasera), al mando de un piloto, el cual no contaba con licencia, se encontraba realizando un vuelo remunerado junto a una pasajera sobre el Lago Villarrica, Comuna de Pucón, Región de La Araucanía. Al momento que el piloto realizó maniobras sobre el lago, la vela principal sufre una rotura, lo que provocó que la aeronave se precipitara al agua.

A consecuencia de lo anterior, el piloto resultó sin lesiones, la pasajera con lesiones graves y la aeronave con daños.

### 1. Información Factual

---

#### 1.1 Antecedentes del vuelo

El día 14 de enero del 2022, un piloto de ultraliviano motorizado (ULM) despegó desde el interior de un recinto particular (no pista) en la Comuna de Pucón, con la finalidad de realizar un vuelo local remunerado, con una pasajera a bordo.

Luego de encontrarse la aeronave a 500 metros aproximadamente desde la orilla de la playa sobre el Lago Villarrica, a una altura de 100 metros aproximadamente y de acuerdo con el relato de la pasajera, el piloto comenzó a realizar maniobras.

En ese momento es cuando la vela principal sufrió una rotura, produciendo que esta colapsara, haciendo caer la aeronave en forma brusca y sin control sobre el agua.

Durante la caída y momentos antes de hacer contacto con el agua, el piloto accionó el paracaídas de emergencia.

Posteriormente el piloto y la pasajera fueron rescatados del agua por personas que se encontraban próximos al sitio del suceso, realizaban actividades recreacionales. Estos trasladaron a los dos ocupantes de la aeronave a la orilla de la playa y posteriormente la pasajera fue derivada a un centro asistencial local.

A consecuencia de lo anterior, el piloto resultó ileso, la pasajera con lesiones y la aeronave con daños.

## 1.2 Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
<b>Mortales</b>	---	---	---	---
<b>Graves</b>	---	01	---	01
<b>Ninguna</b>	01	---	---	01
<b>Total</b>	01	01	---	02

## 1.3 Daños a la aeronave

- **Motor:** Sujeto a inspección por inmersión en agua.
- **Fuselaje:** Un soporte de la estructura desprendido, sin su ferretería de amarre.
- **Vela:** Rasgadura de la tela en su parte central, dividiendo la vela en la mitad.
- **Hélice:** Una de las tres palas con una abolladura en su borde de ataque.

## 1.4 Otros daños

No hay

## 1.5 Información sobre la Tripulación

## 1.5.1 Piloto

<b>Edad</b>	33 años	
<b>Nacionalidad</b>	Colombiana	
<b>Tipo de licencia</b>	Sin Licencia	
<b>Habilitaciones</b>	<b>Habilitación</b>	Sin información
	<b>Tipo</b>	Sin información
	<b>Función</b>	Sin información
<b>Examen médico</b>	<b>Vigente</b>	Sin información
	<b>Apto</b>	Sin información
<b>Sucesos anteriores</b>	Sin información	

Experiencia	Horas de vuelo
Total horas de vuelo	4.000
30 días previos	12:00
24 horas previas	00:45
Fuente de información	Relato del piloto

**Nota:** El piloto no justificó las horas voladas, con un registro formal (Bitácora Personal de Vuelo), por lo anterior, no se pudo verificar las horas señaladas.

## 1.6 Información de aeronave

Los datos que a continuación se señalan, fueron obtenidos en la inspección visual de la aeronave, debido a que esta no se encontraba registrada en la DGAC.

### 1.6.1 Información general

<b>Aeronave</b>	Ultraliviano Motorizado (ULM), marca Kraft N° serie: 0049	
<b>Motor</b>	ROTAX de 582 CC. Modelo UL 90 de dos tiempos. N° de serie: 9618617	
<b>Hélice</b>	De tres palas, marca HELI	
<b>Vela Principal</b>	<b>Fabricante:</b> ITV PARAPENTES	
	<b>Modelo:</b> BULLDOG 38 m <sup>2</sup> <b>Serie:</b> 2K17- Bulldog 38-V2-201	
<b>Pesos Certificados</b>	Peso	9.5 kg.
	Peso Max. de despegue Min- Max.	150 kg - 400 kg.

### 1.6.2 Combustible

No se pudo comprobar la cantidad de combustible en su estanque, debido a que este se encontraba con agua en su interior.



**Imagen N°1: Estanque de combustible de la aeronave**

### 1.6.3 Documentación a bordo

Documentación	Condición
Certificado de Matrícula	No aplica
Certificado de Aeronavegabilidad <sup>1</sup>	No aplica
Registro de inscripción DGAC	Sin registro

### 1.6.4 Carga de la aeronave

De acuerdo con los antecedentes recopilados se pudo obtener los siguientes pesos aproximados:

<b>Pesos</b>	<b>Estructura</b>	100 kg.
	<b>Vela</b>	9.5 kg
	<b>Piloto</b>	80 kg.
	<b>Pasajera</b>	55 kg.

<sup>1</sup> **Nota:** Para este tipo de aeronave aplica la normativa DAN 103 "Vehículos Ultralivianos Motorizados".

	Equipo y combustible	10 kg.
	Peso de despegue aprox.	254.5 kg.
	Max. Peso Max. despegue (Vela)	150 kg - 400 kg.

#### 1.6.5 Estado de mantenimiento de la aeronave

El piloto y operador no presentó algún documento escrito del registro del mantenimiento ejecutado en la aeronave, que permitieran demostrar el estado de ésta previo a la ocurrencia del suceso, de acuerdo con lo estipulado en la normativa DAN 103 “Vehículo Ultraliviano Motorizado”.

#### 1.7 Información meteorológica

El Informe Técnico Operacional N°018/22 de la Dirección Meteorológica de Chile, señaló para el sector de interés, lo siguiente:

##### **CONCLUSIONES:**

*El día 14 de enero de 2022, a las 19:30 hora local, en la Comuna de Pucón, Región de La Araucanía, en las coordenadas 39°15'53.50"S y 71°58'50.50"W, la configuración en superficie es margen anticiclónico sobre la zona de estudio.*

*De acuerdo con lo observado en las imágenes de satélite del día 14 de enero de 2022, a las 19:30 hora local, el cielo se presentó despejado sobre la zona de interés.*

*En base a la información de la Estación San Enrique, estación meteorológica más cerca al lugar de interés (aprox. 9 km), en los horarios entre las 19:00 y 20:00 hora local, podemos mencionar que la temperatura se mantuvo 23.9°C, la humedad relativa varió de 44.5% a 46.1%, el viento registró una variación de dirección de Sureste a Sur con una intensidad de 4.0 a 5.0 km/h, la presión atmosférica se mantuvo en 982.0 hPa y no se registró precipitación.*

#### 1.8 Ayudas para la navegación

No aplica.

#### 1.9 Comunicaciones

No aplica.

### 1.10 Información del lugar del suceso

El lugar del suceso se encontraba ubicado en el Lago Villarrica, Comuna de Pucón, Región de La Araucanía en las coordenadas 39°15'53"S; 71°58'50"W.



**Imagen N°2: Lugar del suceso**

### 1.11 Registradores de vuelo

No hay registro.

### 1.12 Información sobre la aeronave y el impacto

#### 1.12.1 Inspección lugar del suceso

El equipo de investigadores concurreó al lugar del suceso ubicado en la Comuna de Pucón, en donde se pudo recopilar la siguiente información:

- De acuerdo con relatos de testigos, la aeronave cayó en el lago Villarrica, a 500 metros aproximadamente de la playa de Pucón, en dirección 295° Noroeste.
- La superficie del Lago se encuentra a una altura de 210 metros sobre el nivel del mar.



**Imagen N°3: Ubicación del lugar del suceso**

#### 1.12.2 Inspección a la aeronave (ULM)

La aeronave se encontraba en resguardo en una instalación de la Capitanía de Puerto en donde se inspeccionó la condición del ULM, observando lo siguiente:

- La aeronave se encontraba sobre un carro de transporte, en donde se pudo verificar la integridad de esta.



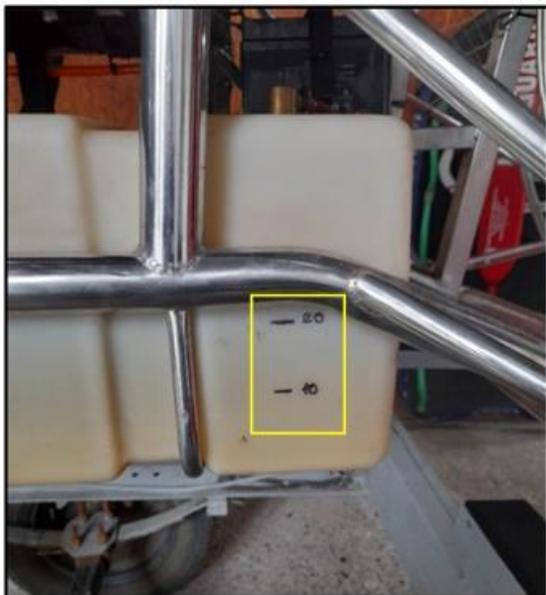
**Imagen N°4: Vista general del ULM**

- En la estructura del ULM, se observó que, un soporte se encontraba desprendido, sin su ferretería de amarre.
- Una de las palas de la hélice se encontraba con una abolladura (pérdida de material), en el borde de ataque, sin poder verificar si éste ocurrió por causa del suceso.



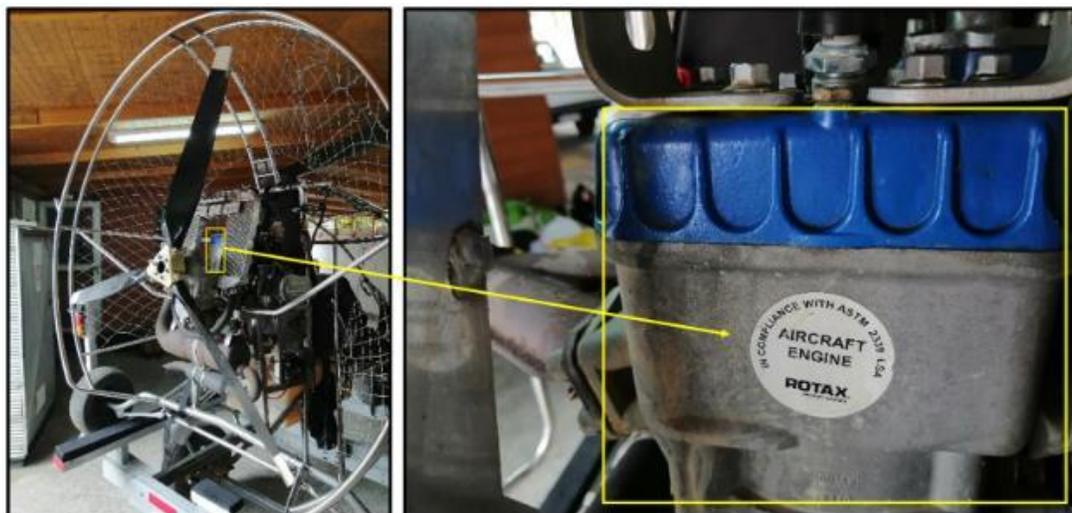
**Imágenes N°5 y 6: Soporte de la estructura y pala de la hélice**

- La aeronave no tenía marcas de identificación conforme a normativa aeronáutica.
- Los asientos, en tándem, estaban en buenas condiciones y ambos tenían cinturones de seguridad sin observaciones.
- Los tres neumáticos estaban inflados y sin desgastes anormales.
- El estanque de combustible estaba compuesto de un receptáculo de plástico, el cual no evidenciaba filtraciones. Al interior de este, se observó combustible y agua la que habría ingresado durante la caída al lago.
- El estanque no contaba con carteles que indicaran el tipo de combustible a usar, este tenía dos marcas con la indicación del nivel del combustible en 10 y 20 sin indicar el tipo de unidad de medida.



**Imagen N°7: Estanque de combustible**

- El motor, marca Rotax de 582 CC. modelo UL 90 de dos tiempos, serie 9618617, no presentaba daños externos.



**Imágenes N°8 y 9: Motor del ULM**

- El conjunto de control del motor de la aeronave funcionaba libremente al ser accionado.
- El ULM, no estaba equipado con equipo de comunicaciones ni tampoco, con la placa de advertencia para este tipo de aeronave, estipulado en la Normativa DAN 103.

- La vela del tipo Bulldog de 38 M<sup>2</sup> número de serie, 2K17-Bulldog 38V2-201, presentaba las siguientes observaciones:
  - La vela se encontraba con características de uso.
  - Se encontraba con una rasgadura transversal desde el borde de ataque hasta el borde de fuga en su parte central de la vela, dividiéndola en dos.



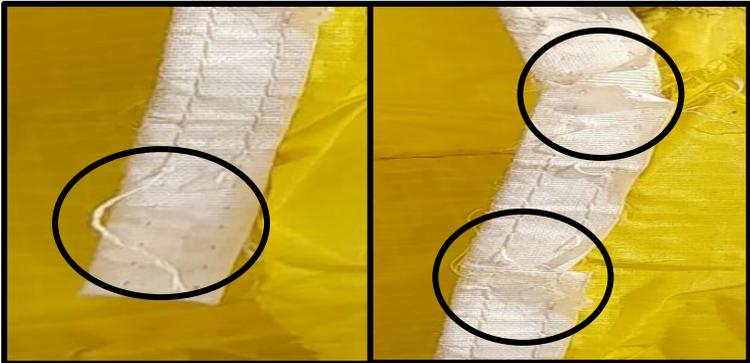
**Imágenes N°10 y 11: Rasgadura central de la vela**

- No se encontraron indicios que la vela haya sido golpeada con un objeto en vuelo (dron), como relató el piloto y que este haya iniciado la rasgadura en la mitad de la vela, debido a las características de corte de la rasgadura.
- En la sección central del **borde de fuga**<sup>2</sup> de la vela, específicamente en el área de costura de reforzamiento, se observó diversos daños (piquetes, cortes, hilos cortados y deshilachamiento de costuras asociado al uso, debido a un continuo roce y desgaste de esta zona.
- En esta misma sección se localizó el punto de inicio de la rasgadura transversal de la vela.

<sup>2</sup> **BORDE DE FUGA:** Es la parte trasera de la vela, es lo último del perfil aerodinámico que está en contacto con el viento relativo; es de forma afilada.



**Imágenes N°12 y 13: Daños en el borde de fuga de la vela y lugar de inicio de la rasgadura.**



**Imágenes N°14,15,16 y 17: Puntos con daños en la costura del borde de fuga.**

- Esta zona (parte central del borde de fuga) es la que entra en contacto (roce) con la superficie del terreno al momento de despegar y aterrizar. Dependiendo de las características del terreno donde se esté operando, es el grado de daño que sufre la vela en esa sección.

- No se pudo verificar el año de fabricación de la vela, ni tampoco el cumplimiento a los períodos de inspección cada dos años, inspección que le permitiría saber el:
  - Aspecto general de la vela.
  - Medición, comparación de fabricantes y ajuste del reglaje de la vela.
  - Control de la porosidad del tejido.
  - Control de resistencia de la tela.
  - Control de resistencia del hilo de coser.
- Tras esta comprobación a través de una inspección periódica por parte del operador, éste podría conocer el estado de desgaste de su vela.
- Según la información de la vela, el fabricante recomienda que el equipo se revise cada año o cada 100 horas de vuelo, comenzando en el segundo año del ala.



**Imagen N°18: Etiqueta en la vela principal**

- El paracaídas de emergencia del tipo estándar para 480 kg se encontraba desplegado fuera de su compartimiento, sin observaciones por daños.



**Imagen N°19: Paracaídas de emergencia**

### 1.12.3 Inspección al lugar de despegue

- El sitio de despegue se encontraba en la Comuna de Pucón, en las coordenadas 39°16'5"S; 71°58'11"O, a una elevación de 220 metros del nivel del mar.
- La superficie era de consistencia irregular, semi dura, cubierta de vegetación del tipo maleza corta y piedras sueltas de pequeño tamaño. Objetos que pueden producir daños en la tela de la vela.



**Imágenes N°20 y 21: Sitio de despegue**

### 1.1. Información médica y patológica

A consecuencia de la caída, el piloto resultó ileso y la pasajera con fracturas en tobillo izquierdo y rodilla derecha.

### 1.2. Incendio

No aplicable.

### 1.3. Aspectos de supervivencia

- El piloto y la pasajera contaban con equipamiento de seguridad, casco y chalecos salvavidas.
- De acuerdo con lo relatado por la pasajera, ésta no recibió ninguna instrucción del uso de los elementos de seguridad (chaleco salvavidas).
- El paracaídas de emergencia fue activado.
- El piloto y la pasajera fueron rescatados por personas que se encontraban próximo al lugar del suceso y trasladados a un centro asistencial en la Comuna de Pucón.

### 1.4. Ensayos e investigación

No aplica.

### 1.5. Información sobre organización y gestión

No aplica.

### 1.6. Información adicional

#### 1.6.1 Extracto del relato del Piloto

El piloto relató que debido a que la pasajera llegó al lugar de despegue y le solicitó con insistencia poder volar, el piloto accedió hacerle un vuelo instructivo en el ULM, descartando que era un vuelo remunerado.

Posteriormente al momento de llevar unos 15 minutos de vuelo, a una altura de 260 metros, sobre el Lago Villarrica y al ver un Dron volar cerca, decidió perder altura disminuyendo la potencia del motor. Estando a unos 100 metros de altura, sobre el lago, el piloto perdió de vista el Dron y en cuestión de segundos escuchó algo impactar el parapente, ocasionando su rotura en dos partes. Ante esto, el piloto decidió accionar el paracaídas de emergencia y se preparó para la caída, informando de lo ocurrido a la pasajera, diciéndole los pasos a seguir y a pocos metros de entrar al agua, que se soltara el cinturón de seguridad.

Al momento de entrar al agua el piloto ayudó a la pasajera accionando el chaleco salvavidas, a los pocos minutos llegó personal a auxiliarlos en motos de agua.

El piloto no señaló en su relato haber realizado un pre-vuelo de la aeronave antes del despegue y no se encontró registro de ello.

### 1.6.2 Extracto del relato de un testigo (pasajera)

La pasajera junto a su acompañante tomó contacto con el operador vía telefónica, por una información que se encontraba publicada en internet, en la cual, se publicitaba los vuelos en ULM. Al contactarse con el operador se estipuló el costo, el tiempo del vuelo y acordaron la hora y el lugar donde debían ir para realizar el vuelo.

Al llegar al lugar acordado, la pasajera relató que el dueño le pasó al piloto un bidón de combustible para cargar el ULM, posteriormente la equiparon con un casco, un chaleco salvavidas y la subieron a la aeronave sin más información.

Posteriormente, al momento de encontrarse sobrevolando el lago, el piloto cortó el motor del ULM, argumentando que era para que le pudiera hablar a la cámara y que no pasa nada, posteriormente el piloto repitió esta acción. La pasajera comentó que en ese momento se encontraba muy asustada y sin su consentimiento el piloto hizo una acrobacia (maniobra brusca) donde dio una vuelta por completo a gran velocidad, ante lo cual, la pasajera le hizo saber al piloto que quería un viaje tranquilo ya que se encuentra muy nerviosa. El piloto le comentó que era para demostrarle que no pasaba nada, continuando con las maniobras.

Cuando se encontraban retornando y luego de unos minutos de vuelo, el piloto volvió a hacer una maniobra inclinando la aeronave hacia el cielo y luego en picada hacia el lago, quedando casi en posición de caída libre, en ese momento, sintió un golpe del parapente como si se hubiese enredado con el viento. El piloto solo le señaló que se sacara el cinturón de seguridad, poniendo sus manos sobre ella, intentando sacárselos sin éxito, cayendo al agua en caída libre a gran velocidad, recibiendo un gran impacto.

Una vez en el agua, la pasajera realizó maniobras para tratar salir ya que se encontraba bajo el agua y bajo el ULM. Momentos después, logró salir sin el chaleco salvavidas con ayuda de personas que habían acudido en moto de agua para auxiliarlos.

Respecto a la cámara Go Pro, que estaba filmando el vuelo, la pasajera comentó que la soltó momentos antes del impacto contra el agua.

### 1.6.3 Normativa aeronáutica

#### **DAN 103 “VEHÍCULOS ULTRALIVIANOS MOTORIZADOS”.**

*Cuya aplicación alcanza a todo ULM que sea operado en espacio aéreo nacional, cualquier sea la nacionalidad de su propietario o su estado de origen.*

#### **103.7 REGISTRO Y CONTROL DE ULM EN LA DGAC**

*La aeronave deberá estar incorporada en el registro y control de ULM que al afecto llevará la DGAC. El propietario y/u operador deberá presentar la documentación y/o antecedentes del ULM y coordinar con la DGAC, para revisar y acreditar que la aeronave cumple con las características para ser considerado como ULM.*

#### **103.11 REQUISITOS DE LICENCIA AERONÁUTICA**

*El operador de ULM deberá poseer una licencia aeronáutica de piloto vigente, que lo autorice para operar un ULM, de acuerdo a lo que establece la normativa de Licencias para pilotos y sus Habilitaciones.*

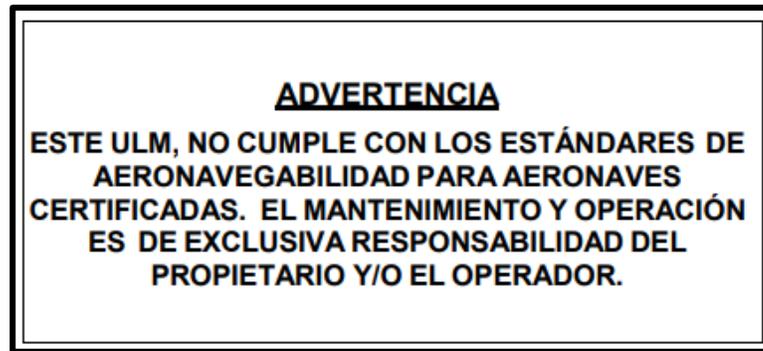
#### **103.13 OBLIGACIONES DEL PROPIETARIO Y/O EL OPERADOR.**

*(2) El mantenimiento, para que el ULM se encuentre en condiciones seguras para realizar los vuelos previstos. El propietario y/o el operador deben registrar en la Bitácora Personal de Vuelo y/o del Avión u otro documento escrito que especifique la cronología de los trabajos de mantenimiento que se efectúen al respectivo ULM.*

#### **103.15 AERONAVEGABILIDAD.**

*Los ULM son aeronaves que no cumplen con los estándares de aeronavegabilidad para aviones certificados. Por lo tanto, su operación será de exclusiva responsabilidad del operador.*

*El propietario deberá instalar en el ULM, a la vista del piloto una placa con la siguiente inscripción:*



**Nota:** *Tratándose de un ULM biplaza, la placa de advertencia deberá estar a la vista de ambos.*

### **103.101 GENERALIDADES**

(a) *La persona que opte por operar un ULM, deberá conocer y asumir los riesgos que involucra volar una aeronave no certificada.*

*Se permite las operaciones en ULM, con más de un ocupante a bordo, siempre y cuando:*

*(1) Ambos sean titulares de una licencia de piloto, habilitados en la categoría de ULM (vigente)*

(b) *Operaciones autorizadas.*

*La aeronave sólo deberá ser operada, para propósitos recreativos o deportivos.*

(c) *Operaciones y/o actividades no permitidas.*

*(1) Transporte de personas o cosas por remuneración; y*

*(2) Trabajos Aéreos.*

#### **1.6.4 Ultraliviano No Motorizado (ULM)**

**VEHICULO ULTRALIVIANO MOTORIZADO (ULM):** Aeronave propulsada con un peso inferior a 160 kg y que se utiliza para propósitos deportivos y recreativos.



**Imágenes N°22: Imagen referencial de ULM**



**Imagen N°23: Partes y descripción de una vela**

#### 1.6.5 Carga Alar (Guillermo Alberto Saez - Manual Básico del Parapentista)

Se entiende por carga alar de un perfil, la cantidad de peso que este debe sostener por cada metro cuadrado de superficie alar. Se mide en Kgr/m<sup>2</sup>.

En un **vuelo rectilíneo uniforme o sea sin variación de la trayectoria**, un ala está soportando su propio peso más el peso del piloto con todo el equipo. La suma de estos

pesos da como resultado 1 ( $1G = \text{FACTOR DE CARGA ALAR}$ ) ya que el peso real y el peso aparente son iguales. Ahora bien, como cualquier aeronave cuando realiza una maniobra, giro, picado, recuperación, etc., aparecen fuerzas que pueden hacer que el peso aparente disminuya y consecuentemente lo hará la carga alar, como por ejemplo durante una abatida (la vela se adelanta bruscamente), o en el pico de una trepada, en ambos casos el factor de carga es menor a 1. Pero durante un giro aparece otra fuerza, la centrífuga, que hará que el peso aparente y la carga alar aumenten, y el factor de carga pueda multiplicarse **2, 3 y 4** veces según la maniobra y la velocidad aplicadas en ellas. Es por que los constructores de todo el mundo recomiendan expresamente la no realización de maniobras acrobáticas.

En casos que corresponden a una tela usada con mayor razón la exposición a forzar su resistencia con maniobras aéreas no aptas para este tipo de aeronaves, quedan expuestas a tener daños menores o roturas.

#### 1.6.6 Filmación del suceso.

Se tuvo acceso a una filmación realizada por un testigo, la que constató la caída del ULM, en la cual se observó lo siguiente:

- La primera imagen se observa el ULM cayendo a una gran velocidad con su vela colapsada sobre el lago.
- La segunda imagen se observa el accionar del paracaídas de emergencia en los últimos metros, antes de hacer contacto con el agua.



Imágenes N°24 y 25: ULM cayendo en el agua.

### 1.7. Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplicable.

## 2. Análisis

---

El piloto de la aeronave no contaba con una licencia aeronáutica que lo autorizara operar el ULM, por lo cual, no debió realizar el vuelo materia de investigación, conforme a lo que se señala en la normativa DAN 103 “Vehículos Ultralivianos Motorizados”, numeral 103.11 Requisitos de Licencia Aeronáutica.

En cuanto al tipo de actividad que se desarrollaba durante el vuelo del suceso y conforme al relato de la pasajera, se estableció que éste era remunerado, contraviniendo la normativa DAN 103 “Vehículo Ultraliviano Motorizados”, numeral 103.101, en donde se señala que, dentro de las operaciones y/o actividades no permitidas, se encuentra el transporte de personas o cosas por remuneración, condición a la cual, el operador del ULM no estaba dando cumplimiento.

El equipo investigador constató que en la etiqueta de la vela no estaba consignado el año de fabricación.

Conforme a la normativa DAN 103 “Vehículo Ultraliviano Motorizados”, numeral 103.13, Obligaciones del Propietario y/o el Operador, el propietario debe registrar en un documento escrito, la cronología de los trabajos de mantenimiento efectuados a la aeronave, de lo cual no se encontró el registro de las fechas estipuladas por el fabricante (cada dos años). Ante esto, no fue posible establecer el tiempo de uso de la vela, ni las acciones de mantenimiento a que había sido sometida previo al suceso investigado.

Respecto a la aeronave, ésta no se encontraba incorporada en el registro y control que lleva la DGAC. Este registro permite revisar y acreditar que la aeronave cumple con las características para ser considerado como ULM. Por lo anterior, el propietario y operador de la aeronave, no estaba dando cumplimiento a lo establecido en la normativa DAN 103 “Vehículo Ultraliviano Motorizados”, numeral 103.7, Registro y Control de ULM en la DGAC.

La inspección realizada a la vela permitió establecer que el colapso de ésta tuvo su origen en la mitad de ella, debido a un corte (rasgadura) desde el borde de fuga hasta el borde de ataque de la vela, en una sola línea de corte.

Se descartó que el corte en la vela haya sido producto de un impacto con un objeto (dron) en vuelo, ya que no se observaron otros daños adyacentes en toda la longitud del corte

(rasgadura) en la tela, atribuible a un impacto con un objeto de mayor tamaño y con hélices características de un dron. Reafirma lo anterior, el hecho que la pasajera en su relato no observó en ningún momento un objeto (dron) aproximándose a la aeronave en el vuelo que ocurrió el suceso.

Los daños observados en la costura de refuerzo de la sección central del borde de fuga de la vela (pequeños cortes, piquetes, deshilachamiento de hilos de costuras y desgaste de bordes), provocaron la degradación de la resistencia de la tela en esa sección. Por lo anterior, se puede inferir que el inicio del corte en la vela y posterior rasgadura de ésta se inició en esa sección, al ser sometidas a cargas (sobre esfuerzo) sobrepasando la resistencia de la costura de refuerzo en esa sección de la vela.

La sección central del borde de fuga se ve expuesta constantemente al contacto con la superficie del terreno en donde se opera, específicamente en las fases de inicio de la carrera de despegue y al término del aterrizaje del ULM, momentos en donde la vela, si bien se encuentra abierta (desplegada) en la parte posterior de la estructura, no se encuentra con el suficiente viento relativo que le permite sustentarse y quedar sobre la estructura de la aeronave. En ese momento es cuando se produce el contacto y rozamiento de la vela con la superficie de operación. Al realizar estas operaciones sobre superficies irregulares y no libre de elementos (superficies no preparadas) se pueden producir daños en la tela de esta sección de la vela.

Del mismo modo, se puede señalar que el piloto en su relato no señaló haber efectuado el pre-vuelo del ULM, lo cual, le impidió detectar la condición de degradación de la tela de la vela en distintas partes.

Relacionado con lo anterior, la inspección al lugar de despegue demostró que, las características de la superficie en donde se realizaba la operación de la aeronave, superficie irregular, con vegetación (maleza) y diversos elementos sueltos de pequeño tamaño, reunía las condiciones para dañar la tela de la vela en las secciones que se exponían al contacto con esta superficie (costura de refuerzo del borde de fuga de la vela).

En cuanto al suceso, la pasajera relató que, el piloto realizó maniobras bruscas en el vuelo, consistentes en giros pronunciados a gran velocidad e inclinaciones hacia el cielo y la tierra. Estas maniobras habrían provocado un aumento de carga alar en la vela, producto de las diferentes fuerzas aplicadas, afectando en forma directa la resistencia en las zonas previamente dañadas y degradadas de la vela, provocando el inicio del corte.

La grabación obtenida por un testigo en el momento del suceso muestra la vela completamente colapsada y el ULM cayendo en forma vertical a una gran velocidad y sin control del piloto. Además, se apreció la activación parcial del paracaídas de emergencia en los últimos metros antes de tocar la superficie del lago. Por lo anterior, el paracaídas de emergencia logró disminuir solo parcialmente la fuerza del impacto de la aeronave contra el agua.

A consecuencia del impacto de la aeronave ULM contra el agua, la pasajera resultó con lesiones graves (fracturas en tobillo izquierdo y rodilla derecha) las cuales, serían compatibles con la caída desde altura (100 metros aproximadamente), siendo trasladada posteriormente hasta un centro asistencial, donde fue estabilizada.

Las condiciones meteorológicas, en cuanto a visibilidad, nubosidad y viento predominante no fueron un factor causal o contribuyente al suceso investigado.

### 3. Conclusiones

---

El piloto no cumplía con los requisitos exigidos por la normativa aeronáutica para volar este tipo de aeronave ULM.

El propietario del ULM no cumplió con los requisitos exigidos por la normativa aeronáutica para la operación de la aeronave y realizar la actividad de vuelo en que ocurrió el suceso.

No se pudo verificar la condición de la aeronave, en especial de la vela principal previo al suceso, ya que esta no contaba con registros del mantenimiento exigido por la normativa aeronáutica.

El piloto al no realizar una inspección de la vela previo al vuelo (pre-vuelo), no detectó la condición de deterioro de esta.

La superficie del lugar de despegue y aterrizaje de la aeronave no presentaba las características de seguridad para la operación de este tipo de aeronave.

La rotura de la tela de la vela se debió a la sobre carga ejercida en ésta, producto de fuerzas a las que fue sometida en vuelo, por las maniobras efectuadas por el piloto.

El corte de la vela comenzó en el borde de fuga de ésta, sección que presentaba una degradación previa al suceso producto de daños en la tela.

La caída del ULM a una alta velocidad y sin control, fue producto del colapso de la vela en vuelo desde una altura que provocó que ésta, impactara con una gran energía en la superficie del agua.

El paracaídas de emergencia del ULM, al no alcanzar a desplegarse en forma completa, cumplió parcialmente con el propósito de disminuir la velocidad de caída de la aeronave.

Las lesiones sufridas por la pasajera fueron a consecuencia del impacto de la aeronave con la superficie del lago (agua) a una gran energía.

La condición meteorológica no fue un factor causal o contribuyente del suceso.

#### 4. Causa / Factores Contribuyentes

---

##### 4.1. Causa

Rasgadura de la vela del ULM en vuelo, provocando la pérdida de sustentación y caída de la aeronave, sin control, sobre la superficie del lago.

##### 4.2 Factores Contribuyentes

Despegue y aterrizajes en terreno no preparados, provocando el deterioro de la vela al hacer contacto con la superficie irregular y elementos sueltos.

No realizar las inspecciones periódicas a la vela, señaladas por el fabricante de esta.

Degradación de la resistencia en sectores de la vela, debido a una condición de deterioro y desgaste previo al suceso.

No realizar inspección a la tela de la vela antes del vuelo (pre-vuelo).

Maniobras bruscas realizadas por el piloto en vuelo, ejerciendo una sobrecarga en la vela, originando la rotura de la tela.

#### 5. Recomendaciones sobre seguridad

---

Remitir a las partes interesadas, el resultado de la investigación, para fines de prevención.

Difundir el suceso investigado a través de la página Web y otros medios institucionales.

Reiterar a los pilotos y propietarios de ULM, dar cumplimiento a la normativa aeronáutica vigente, así como también dar cumplimiento a las recomendaciones de mantenimiento e inspecciones periódicas del fabricante de la vela y aeronave.

Reiterar a los pilotos de este tipo de aeronave (con vela), que los despegues y aterrizajes se deben realizar en sectores donde la superficie se encuentre libre de elementos que puedan dañar esta, así como también efectuar chequeos exhaustivos en la aeronave antes y después de cada operación.

Evitar maniobras que sometan a la vela a factores de carga excesivas que puedan afectar la resistencia de ésta, en especial a velas con un prolongado tiempo de uso.

## 6. Listado de Anexos

---

No hay