CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE **A**CCIDENTES
E **I**NCIDENTES DE
AVIACIÓN **C**IVIL

Informe técnico
ULM A-016/2019

Accidente ocurrido el día 12 de octubre de 2019, a la aeronave AEROPRAKT A22L, matrícula EC-LUR, en las proximidades del campo de vuelos de Chulilla (Valencia)

GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-20-141-X

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63 E-mail: ciaiac@mitma.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.ciaiac.es 28011 Madrid (España)

Advertencia

El presente informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.° 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art. 15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

Consecuentemente, el uso que se haga de este informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

Abreviaturas 4
Sinopsis 5
1. INFORMACIÓN FACTUAL 7
1.1. Antecedentes del vuelo 7
1.2. Lesiones personales 8
1.3. Daños a la aeronave 8
1.4. Otros daños 8
1.5. Información sobre el personal 9
1.6. Información sobre la aeronave 9
1.7. Información meteorológica 10
1.8. Ayudas para la navegación 11
1.9. Comunicaciones 11
1.10. Información de aeródromo 11
1.11. Registradores de vuelo 11
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 11
1.13. Información médica y patológica 13
1.14. Incendio 13
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 13
1.16. Ensayos e investigaciones 13
1.16.1. Declaración del piloto 13
1.16.2. Declaración del técnico de mantenimiento 13
1.16.3. Declaración de los ciclistas 14
1.16.4. Inspección detallada del motor 15
1.17. Información sobre organización y gestión 18
1.18. Información adicional 18
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 19
2. ANALISIS 20
2.1. Análisis del fallo del motor 20
2.2. Análisis del impacto y de los restos de la aeronave 21
2.3. Análisis de la operación 21
3. CONCLUSIONES 24
3.1. Constataciones 24
3.2. Causas/factores contribuyentes 24
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 26

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
ºC	Grado(s) centígrado(s)
%	Tanto por ciento
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
CAVOK	Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo(s)
L	Litro(s)
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
m	Metro(s)
m^2	Metro(s) cuadrado(s)
MAF	Habilitación de multieje de ala fija
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
nº	Número
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar)
rpm	Revoluciones por minuto
s/n	Número de serie – *Serial number*
TULM	Licencia de piloto de ultraligero
UTC	Tiempo universal coordinado
V_A	Velocidad máxima de maniobra
V_{FE}	Velocidad máxima con flaps extendidos
VFR	Reglas de vuelo visual – *Visual Flight Rules*
V_{NE}	Velocidad aerodinámica que nunca ha de excederse
V_{SO}	Velocidad de pérdida con flaps extendidos, máximo peso al despegue y motor al ralentí

Sinopsis

Propietario y operador:	Vola-Tu, S.L.
Aeronave:	AEROPRAKT A22L, matrícula EC-LUR
Fecha y hora del incidente:	Sábado, 12 de octubre de 2019, 12:00 h[1]
Lugar del accidente:	Proximidades del campo de vuelo de Chulilla (Valencia)
Personas a bordo:	2 (1 piloto + 1 pasajero), heridos graves
Tipo de vuelo:	Aviación general – Otros – Vuelo de prueba
Fase de vuelo:	Despegue – Ascenso inicial
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	29 de abril de 2020

Resumen del suceso

La aeronave despegó por la pista 10 del campo de vuelos de Chulilla para hacer un vuelo de comprobación, después de haberse realizado una reparación al motor de la aeronave. A bordo iban el piloto y el técnico que había hecho la reparación.

Según informó el piloto, durante la carrera de despegue fue accionando paulatinamente el mando de gases del motor hasta llevarlo a la posición de máxima potencia. El régimen del motor fue aumentando progresivamente, aunque no subió de 4000 o 4100 rpm. El piloto decidió continuar el despegue, al considerar que no tenía pista suficiente para abortarlo.

Tras ello procedió a retornar al campo. No consiguió establecer la aeronave de forma adecuada para aterrizar por la pista 28, por lo que optó por hacer un circuito de tráfico corto para aterrizar por la cabecera opuesta (10).

La aeronave se precipitó contra el terreno durante el viraje del tramo de viento en cola al tramo base.

Un grupo de ciclistas que circulaba por las cercanías del lugar del accidente auxilió a los ocupantes y dio aviso del suceso. Los dos ocupantes resultaron con heridas de carácter grave que requirieron su traslado a un centro hospitalario.

La aeronave tuvo daños importantes a consecuencia de los impactos contra el suelo y varios naranjos.

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la deficiente gestión de la emergencia generada por el fallo del motor.

[1] Salvo que se indique otra cosa, la referencia horaria utilizada en este informe es la hora local. La hora UTC se obtiene restando dos unidades a la hora local.

Se considera que los siguientes factores contribuyeron al accidente:

- La técnica de manejo del mando de gases durante la carrera de despegue, que impidió apreciar el fallo del motor con tiempo suficiente para abortar la maniobra de despegue.

- La pérdida de potencia del motor producida por los siguientes factores:

    - Un ajuste de mezcla excesivamente pobre.
    - La presencia de virutas metálicas que produjeron daños en los pistones.
    - La inadecuada colocación de varios segmentos.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El vuelo en el que ocurrió el accidente tenía por objeto realizar una prueba funcional del motor de la aeronave, tras haberle realizado una tarea de mantenimiento. A bordo de la aeronave iban el piloto y el técnico que había realizado la reparación.

Despegaron por la pista 10 del campo de vuelo de Chulilla (Valencia).

Según informó el piloto, fue incrementando la potencia del motor durante la carrera de despegue hasta llevar el mando de gases a la posición de máxima potencia. El régimen del motor fue aumentando progresivamente, aunque no subió de 4000 o 4100 rpm. Indicó que, al no quedar pista suficiente para detener la aeronave, decidió continuar el despegue y retornar inmediatamente después.

Su intención inicial era aterrizar por la pista 28, que es la contraria a la que habían utilizado en el despegue. Pero como no consiguió estabilizar la aeronave de forma adecuada para aterrizar por esa pista, optó por hacer un circuito de tráfico corto para aterrizar por la pista 10.

Durante el viraje del tramo de viento en cola al tramo base la aeronave se precipitó contra el suelo, impactando en un campo de naranjos.

Figura 1: Fotografía de los restos de la aeronave en el lugar del accidente

Un grupo de ciclistas que circulaba por las cercanías del lugar del accidente auxilió a los ocupantes y dio aviso del suceso. Los dos ocupantes resultaron con heridas de carácter grave que requirieron su traslado a un centro hospitalario.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves	1	1	2	
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos				No se aplica
Total	1	1	2	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave sufrió daños importantes que afectaron a todas las partes de la aeronave, con excepción del empenaje de cola.

Figura 2. Fotografía de la aeronave en el hangar al que fue trasladada tras el accidente

1.4. Otros daños

Varios naranjos de la plantación en la que impactó la aeronave resultaron dañados, con ramas tronchadas, como consecuencia del choque de la aeronave contra ellos.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de nacionalidad española y 57 años de edad, tenía la licencia de piloto de ultraligero (TULM) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 17 de febrero de 2009, con la habilitación de multieje de ala fija (MAF) válida hasta el 31 de noviembre de 2019. El reconocimiento médico Clase LAPL también estaba en vigor hasta el 19 de noviembre de 2019. Su experiencia total de vuelo era de 126,37 h, de las cuales aproximadamente 116 h las había realizado en el tipo.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave del accidente, AEROPRAKT A22L, es un monomotor de ala alta, equipado con un tren de aterrizaje fijo, fabricado en el año 2008 con el número de serie A22L-08-0032.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 9,55 m
- Longitud: 6,23 m
- Altura: 2,47 m
- Superficie alar: 12,62 m^2
- Peso en vacío: 314 kg
- Peso máximo al despegue: 450 kg
- Capacidad de combustible: 90 L
- Motor ROTAX 912ULS, s/n: 5650691
- Velocidad de no exceder (V_{NE}): 216 km/h
- Velocidad de maniobra (V_A): 150 km/h
- Velocidad de perdida en configuración de aterrizaje (V_{SO}): 52 km/h
- Velocidad máxima con flaps extendidos (V_{FE}): 112 km/h

Tenía un Certificado de Aeronavegabilidad, expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea el 19 de febrero de 2013, válido en la fecha en que ocurrió el suceso.

En el momento del accidente, tanto la célula como el motor, tenían 826:06 horas.

El 17 de febrero de 2019 se realizó una revisión de mantenimiento programado,

Figura 3: Aeronave antes del accidente

que consistió en el cambio de aceite, bujías y filtro. En ese momento el motor contaba con 807:37 horas de vuelo.

En los días previos al accidente se llevó a cabo una tarea de mantenimiento importante en el motor, que consistió en la sustitución de los cuatro pistones, incluidos los segmentos, la totalidad de las válvulas, el sensor de presión de aceite, etc., cuyo objeto era solventar la baja compresión que tenía el motor.

Esta tarea la llevó a cabo el técnico de mantenimiento que iba como pasajero durante el vuelo en el que ocurrió el accidente.

El vuelo del accidente era el primero que se realizaba tras esta reparación.

1.7. Información meteorológica

En las fotografías tomadas tras el accidente se aprecia que en el cielo había nubes dispersas (entre 3 y 4 octas) y que la visibilidad no era limitativa para la operación, ya que se visualizaba la Sierra de Tarragón, que está a unos 8 km de distancia.

Los METAR de los aeropuertos de Valencia y Teruel, que se encuentran a 35 km en dirección sureste y 80 km en dirección nornoroeste, respectivamente, del lugar del accidente, correspondientes al intervalo horario comprendido entre las 11:00 h (09:00 UTC) y las 12:30 h (10:30 UTC), son los siguientes:

<u>Aeropuerto de Valencia</u>

11:00 h (09:00 UTC) 07007KT VRB03KT 9999 SCT018 24/20 Q1019
11:30 h 07007KT 030V120 9999 FEW018 SCT025 BKN040 24/19 Q1020
12:00 09008KT 060V120 9999 FEW018 SCT025 BKN040 25/19 Q1020
12:30 08008KT 040V140 9999 SCT019 SCT030 BKN040 25/18 Q1019

<u>Aeropuerto de Teruel</u>

11:00 14009KT 100V160 CAVOK 18/10 Q1022
11:30 14009KT 100V160 CAVOK 19/09 Q1022
12:00 14009KT 110V170 CAVOK 20/10 Q1022
12:30 15013KT CAVOK 20/09 Q1022

A la hora en la que ocurrió el accidente (12:00 h), en el aeropuerto de Valencia la media del viento registrado en los 10 minutos anteriores fue de dirección 90º y 8 kt de velocidad, aunque variando su dirección entre 60º y 120º durante ese periodo; la visibilidad era igual o superior a 10 km; había nubosidad escasa a 1800 ft, dispersa a 2500 ft y abundante a 4000 ft; la temperatura era de 25ºC; el punto de rocío de 19ºC y el QNH 1020 hPa.

A esa misma hora, los datos del observatorio del aeropuerto de Teruel indican que la media del viento registrado en los 10 minutos anteriores fue de dirección 140º y 9 kt de velocidad, aunque variando su dirección entre 110º y 170º durante ese periodo; el cielo estaba despejado y la visibilidad era igual o superior a 10 km; la temperatura era de 20ºC; el punto de rocío de 10ºC y el QNH de 1022 hPa.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

El campo de vuelos de Chulilla está ubicado en el término municipal del mismo nombre. Dispone de una pista de tierra compactada de 600 metros de longitud y orientación 10–28. Su elevación es de 360 metros (1181 pies).

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, ya que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto

El lugar donde impactó la aeronave se encuentra a una distancia, medida en línea recta, de unos 200 m de la cabecera 10 de la pista del campo de vuelo de Chulilla (ver figura 4). El lugar se encontraba dentro de una finca de naranjos, cuya altura media era de unos 4 m.

Figura 4: Posible trayectoria de la aeronave

La aeronave se encontraba en posición normal, con su eje longitudinal orientado hacia el sur. El fuselaje y el extremo del semiplano derecho se encontraban apoyados sobre el suelo, en tanto que el semiplano izquierdo estaba sobre un naranjo. Ambos semiplanos permanecían unidos a la célula.

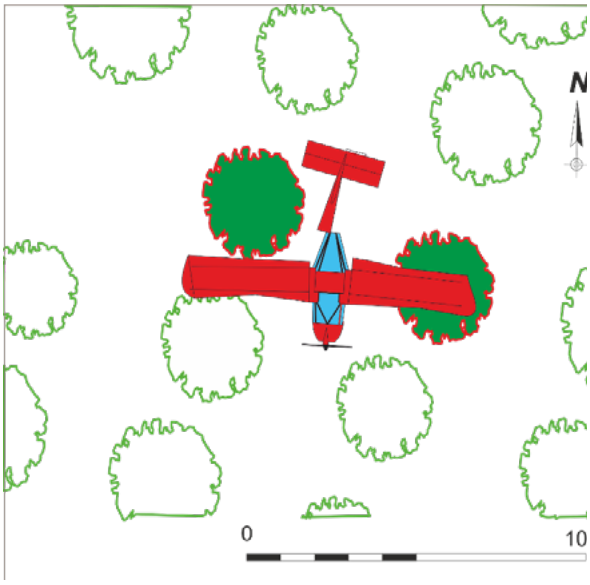

Figura 5: Croquis de la aeronave tras el impacto

Se observó que solo había dos naranjos que tenían evidencias de haber sido golpeados por la aeronave (resaltados en verde en figura 5). Uno de ellos era sobre el que estaba apoyado el semiplano izquierdo. El otro, que tenía daños más significativos, se encontraba por detrás del semiplano derecho.

Después de impactar contra los naranjos la aeronave chocó contra el suelo, quedando detenida en ese mismo lugar, sin que se apreciase ninguna marca significativa de desplazamiento.

El semiplano izquierdo mostraba daños de impacto en su borde de ataque y en el extremo, con una marcada direccionalidad de abajo hacia arriba. Los daños causados en esta última zona produjeron la rotura del herraje exterior de sujeción del flaperón, que se dobló a la altura del siguiente herraje.

El semiplano derecho mostraba también daños de impacto en el borde de ataque y zona del extremo, que eran de menor intensidad que los del semiplano izquierdo. El flaperón se encontraba correctamente unido a sus herrajes y no exhibía daños importantes.

La parte delantera del fuselaje mostraba daños intensos debido a su impacto contra el suelo. El eje longitudinal del fuselaje presentaba un cambio de dirección de unos 30º a la altura del mamparo cortafuegos (ver figura 6). El parabrisas se había roto en su totalidad y la puerta izquierda de cabina se había desprendido.

Dos de las palas de la hélice se habían roto cerca de la raíz, en tanto que la tercera tenía escasos daños.

Figura 6: Aeronave retirada de la zona del accidente

El fuselaje de cola se había partido por la zona de unión con el fuselaje de cabina, pero permanecía unido a este por los cables y tubos de mando de los timones.

El empenaje estaba prácticamente indemne. Los timones podían moverse sin dificultad, aunque no en todo su recorrido, debido a las deformaciones de los tubos de mando y a la pérdida de tensión de los cables causada por las deformaciones y roturas del fuselaje.

En el interior de la cabina se observó lo siguiente:

- El panel de instrumentos se había desplazado hacia detrás e inclinado hacia abajo.
- Mandos de motor: no se podían mover.
- Llaves de paso de combustible: abiertas.
- Palanca de flap en posición 0º (UP).
- Tacómetro de motor: la aguja está rota en forma "z". La raíz había quedado fijada marcando aproximadamente 4200 rpm, en tanto que el extremo de la aguja había dejado una marca de impacto sobre la escala a la altura de 3700 rpm.

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaración del piloto

Manifestó que antes del vuelo en el que ocurrió el accidente, el mecánico realizó una prueba del motor en tierra, cuya duración cree que fue de unos 10 o 15 minutos. No conocía con certeza en qué había consistido la prueba.

Despegó por la pista 10. Fue incrementando la potencia del motor durante la carrera de despegue hasta seleccionar máxima potencia. El régimen del motor fue aumentando progresivamente, aunque no subió de 4000 o 4100 rpm, con la palanca de gases a máxima potencia.

Aunque era consciente de que ese régimen de motor no era suficiente para ascender, consideró que la pista remanente era insuficiente para detener la aeronave con seguridad, por lo que decidió continuar el despegue, con intención de retornar inmediatamente y aterrizar por la pista 28.

Tras el despegue viró a la izquierda. Durante el viraje la aeronave iba resbalando. No consiguió posicionar la aeronave adecuadamente para aterrizar, por lo que optó por continuar el vuelo haciendo una especie de circuito corto para aterrizar por la pista 10.

En el viraje para alinear la aeronave con la pista 10, esta se precipitó contra el suelo.

La reducida altura de la aeronave en ese momento imposibilitó que hiciera ninguna maniobra para evitar el impacto contra el suelo.

1.16.2. Declaración del técnico de mantenimiento

Antes del vuelo del suceso realizó una prueba del motor. Se puso en marcha y estuvo rodando durante unos 15 o 20 minutos. Durante esta prueba llevó la palanca de gases a la posición de máxima potencia, constatando que el motor alcanzaba y mantenía un régimen de 5500 rpm.

La carrera de despegue por la pista 10 fue normal, con el motor funcionando a 5500 rpm, así como la fase de ascenso inicial. Fue algún minuto después cuando el motor perdió potencia, bajando su régimen a unas 4200 rpm.

En vista de que el fallo persistía, el piloto decidió volver al campo, con la intención en principio, de aterrizar por la cabecera 28 (opuesta a la de despegue), pero debido a la altura el piloto no fue capaz de bajar lo suficiente para aterrizar, por lo que decidió continuar hacia la pista 10, aumentando gases y el motor respondió subiendo de régimen, haciendo una especie de tráfico corto, con un tramo de viento en cola izquierda para la pista 10.

Al hacer el viraje para aproarse con la pista, se produjo un nuevo fallo del motor, cuyo régimen bajó a poco más de 4000 rpm.

El piloto tiró del mando para encabritar la aeronave y que ascendiese, pero la aeronave no trepaba, el piloto no sacó los flaps, la velocidad iba disminuyendo, y en el viraje para encararse a la pista, la aeronave se precipitó contra el suelo.

1.16.3. Declaración de los ciclistas

Estaban realizando una ruta en bicicleta entre Chulilla y Bugarra.

Cuando pasaban por las cercanías del campo de vuelos vieron una aeronave que "bajaba y bajaba y se ha caído en el bancal de naranjos justo delante de nosotros". Describieron como muy forzada la maniobra que había hecho antes de caer.

Nada más impactar contra el suelo corrieron hacia la avioneta. Cuando llegaron se percataron de que la aeronave perdía combustible. Era un olor muy fuerte y temieron que pudiese explotar. Por ello, decidieron sacar a los ocupantes del interior de la aeronave y los trasladaron hasta los márgenes de la vía por la que circulaban.

A la vez que lo hacían, dieron aviso del accidente al 112.

1.16.4. Inspección detallada del motor

Tras el accidente el motor fue inspeccionado en un hangar del campo de vuelos de Chulilla, observándose lo siguiente:

Bujías

Se desmontaron las bujías superiores y se comprobó que eran nuevas, aunque la del cilindro nº 1 tenía bastante aceite. Se intentó girar la hélice, observando que para poder girarla se requería un esfuerzo superior al normal.

Girando la hélice se comprobó que los pistones comprimían el aire en todos los cilindros.

Se desmontaron las bujías inferiores. Todas mostraban un aspecto normal, salvo la del cilindro nº 1 que estaba totalmente inundada de aceite.

Se constató que, aunque ya se habían retirado todas las bujías, el esfuerzo requerido para girar la hélice seguía siendo superior al requerido para girar un motor con las bujías instaladas.

Figura 7: Tapón magnético con partículas metálicas

Filtro de aceite y tapón magnético

Se desmontó el filtro de aceite. Se abrió, y se observó que el papel filtrante estaba bastante limpio, aunque contenía alguna partícula metálica.

Se desmontó el tapón magnético y se comprobó que tenía partículas metálicas.

Cilindros

Figura 8. Fotografías del cilindro Nº 1 (izquierda) y del pistón Nº 1 (derecha)

- Cilindro nº 1 (figura 8): la cámara de combustión estaba llena de aceite. Las válvulas aparecían en condiciones normales y se comprobó que sellaban adecuadamente. La culata y el pistón mostraban una coloración indicativa de mezcla pobre. El pistón mostraba marcas de roce en el flanco por delante de los segmentos. El cilindro presentaba algún área dañada en su parte superior.

Las aperturas de los dos primeros segmentos estaban alineadas. El de engrase estaba a unos 90 grados respecto a los otros dos.

- Cilindro nº 2: la cámara de combustión estaba limpia de aceite, pero contenía un poco de arenilla. Las válvulas aparecían en condiciones normales, aunque se comprobó que ninguna de ellas cerraba bien. La culata y el pistón mostraban una coloración indicativa de mezcla pobre. El pistón exhibía marcas de roce en el flanco por delante de los segmentos, similar a la del cilindro nº 1. El cilindro presentaba alguna zona dañada en su parte superior.

- Cilindro nº 3 (figura 9): la cámara de combustión estaba limpia de aceite. Las válvulas aparecían en condiciones normales y sellaban adecuadamente. La culata y el pistón mostraban una coloración indicativa de mezcla pobre. Tanto la culata como el cilindro presentaban áreas dañadas. El pistón exhibía marcas de roce en el flanco por delante de los segmentos.

Figura 9. Cilindro Nº 3. Fotografías de la culata (izquierda), cilindro (centro) y pistón (derecha). Las áreas deterioradas en culata y cilindro se han rodeado con una línea de color rojo

- Cilindro nº 4: la cámara de combustión estaba limpia de aceite, aunque contenía una pequeña cantidad de arenilla. La válvula de escape no sellaba totalmente. La culata y el pistón mostraban una coloración indicativa de mezcla pobre. El pistón exhibía marcas de roce en el flanco por delante de los segmentos

Una vez desmontados los cilindros, se giró la hélice apreciándose que la resistencia que ofrecía el cigüeñal era la normal.

Caja reductora

Se desmontó la caja reductora, comprobando que su interior se encontraba aparentemente en estado normal. Se desmontaron los componentes observando que estaban en buenas condiciones. Las muescas del embrague de sobrecarga se encontraban ligeramente desalineadas, lo que es indicativo de potencia en el momento del impacto. Tanto el engranaje de dientes de perro, como la leva de accionamiento de la bomba mecánica de combustible exhibían marcas de desgaste y roce, aunque estarían dentro de lo esperable con las horas que tenía el motor.

Figura 10. Fotografías del embrague de sobrecarga (izquierda), leva de la bomba de combustible (centro) y del engranaje de dientes de perro (derecha)

Bomba de aceite

Se observó que tanto el rotor como el impulsor exhibían marcas y daños consistentes con el tránsito de partículas metálicas.

Cigüeñal, árbol de levas y taqués

Se extrajeron los taqués hidráulicos. Todos ellos se encontraban en buenas condiciones, sin que se apreciara ningún desgaste excesivo ni evidencias de sobrecalentamiento.

Se midió la excentricidad del cigüeñal que resultó estar dentro de tolerancias. Después se procedió a separar los dos semicárteres. Se examinó el cigüeñal, observando que estaba correctamente lubricado y en buen estado. No se apreció ninguna evidencia de excesivo desgaste ni en el cigüeñal ni en los cojinetes.

El árbol de levas se encontraba igualmente en buen estado y sin evidencias de desgaste.

Otros elementos

Se desmontaron la tapa del plato magnético del encendido sin observarse anomalías. Se accionó la bomba mecánica de combustible manualmente, comprobando que proporcionaba presión.

1.17. Información sobre organización y gestión

No aplicable.

1.18. Información adicional

El *Manual de vuelo de la aeronave* contiene un procedimiento que denomina "circuitos de tráfico de aeródromo", que abarca desde antes de arrancar el motor hasta antes de abandonar la pista después del aterrizaje. A continuación se transcribe la parte de este procedimiento que sería aplicable en el suceso:

- Entrar en pista, alinear eje, aumentar potencia al máximo progresivamente y despegar.
- Con altitud de seguridad retraer flaps a 100 km/h. No virar a viento en cola a baja cota para evitar perdida de altitud. Si hay viento lateral aproar con altura de seguridad (100 m).
- Al alcanzar los 200 m de altura, se puede nivelar el vuelo. Las revoluciones del motor se reducirán a 4000-4200 rpm y la velocidad se establecerá en 120-140 km/h.
- Al entrar en tramo base, se comprobará el ajuste del compensador de cola y los parámetros del motor.
- El viraje de base a final no debe hacerse con inclinación de más de 30º cuando la altura sea inferior a 100 m.
- Después de virar a base, se debe reducir la velocidad a 120 km/h y motor a 3000 rpm. Los flaps se extenderán al primer punto. Al extender los flaps, el morro del avión tiende a bajar para compensar la resistencia ofrecida por los flaps. Se debe llevar la palanca un poco hacia atrás para compensar esta tendencia. Reducir velocidad a 100 km/h y ajustar la potencia para entrar en tramo final a unos 150 m.
- El viraje a final se hará con ángulo de no más de 20º de alabeo, corrigiendo, si es necesario, el ángulo de alabeo para alinearse con el eje de pista. (No ceñir demasiado el viraje para evitar factores de carga excesivos que aumentarían la velocidad de pérdida).
  Si es necesario, se extenderán los flaps al máximo (*full* flaps).
  La velocidad recomendada en aproximación final es de 90-100 km/h.
- La tasa de descenso se controla con los ajustes de potencia del motor. Cuando se aumenta o reduce potencia, la actitud del avión varía, tanto en guiñada

como en cabeceo, debido a las distintas velocidades del flujo de aire sobre la cola, por efecto de barrido del flujo de la hélice. Estas desviaciones se compensan utilizando la palanca y los pedales.

- A unos 5 m del suelo, motor a ralentí, se va reduciendo la velocidad y la tasa de descenso tirando de la palanca hacia atrás suavemente, hasta que el morro esté ligeramente por encima del horizonte, y el avión aterrice tocando primero con el tren principal.
- La carrera de aterrizaje se controla con los pedales.
- Si se hacen varios circuitos seguidos, se puede utilizar la técnica de toma-despegue (touch and go). Después de aterrizar, se puede aprovechar la inercia del rodaje del avión para incrementar la potencia al máximo y despegar de nuevo, siempre que haya pista suficiente. Se debe contrarrestar el efecto de estela de la hélice con la palanca y los pedales. En la toma final, solo se aplicarán los frenos una vez que la rueda de proa haya tocado tierra. Antes de abandonar la pista se deben retraer los flaps.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis del fallo del motor

Aunque las declaraciones de los dos ocupantes de la aeronave difieren en la descripción del modo en que se produjo el fallo del motor, ambas coinciden en que tras el despegue el régimen del motor se mantuvo a no más de 4100 o 4200 rpm.

Las posiciones de las muescas del embrague de sobrecarga de la caja reductora demuestran que en el momento del impacto el motor suministraba potencia. El hecho de que la desalineación de las marcas no haya alcanzado el máximo posible, indica que el motor no iba a máxima potencia.

Por otra parte, la aguja del tacómetro del motor quedó rota y bloqueada a causa del impacto contra el suelo. La raíz de la aguja marcaba 4200 rpm, en tanto que el extremo indicaba 3700 rpm. Se estima que la marcación del extremo es más fidedigna que la de la raíz, ya que dejó una impronta sobre la esfera de la escala, que tuvo que ser hecha en el momento del choque contra el suelo, y reflejaría la posición de la aguja en ese instante.

Por lo tanto, parece razonable pensar que el motor giraba a este régimen (3700 rpm) en el momento del impacto contra el suelo, consistente con las marcas del embrague de sobrecarga.

La inspección del motor permitió determinar que el mismo estaba funcionando con una mezcla empobrecida en exceso. Esta circunstancia tiene dos consecuencias significativas. De una parte, produce una disminución de la potencia suministrada por el motor y de otra genera un aumento de la temperatura de funcionamiento. Se considera que este exceso de temperatura es la causa de los daños locales que presentaban algunos de los cilindros y culatas.

La reducida potencia que mostró el motor durante la primera parte del vuelo (carrera de despegue y ascenso inicial), fue probablemente causada por un incorrecto ajuste de la mezcla en los carburadores.

Por otra parte, la inspección del motor puso en evidencia que el mismo ofrecía una resistencia al giro superior a la normal, que era debida a una elevada fricción entre los pistones y los cilindros, causada por la presencia de virutas metálicas, que produjeron daños significativos en los pistones.

Estos daños debieron producirse necesariamente el día del accidente, ya que los pistones acababan de ser reemplazados y no tenían más de una hora de funcionamiento.

Las partículas metálicas encontradas durante la inspección eran de naturaleza magnética. En este tipo de motores los únicos elementos que pueden ser fuente de esta clase de partículas son los construidos con acero: cigüeñal, bielas, árbol de levas, cojinetes, caja reductora, taqués, válvulas y bomba de aceite, fundamentalmente.

En la inspección del motor no se detectó en ninguno de estos elementos zonas susceptibles de haber sido la fuente de las partículas metálicas encontradas, desconociéndose cual pudo ser su origen.

A la vista de lo anterior cabe concluir que, a la baja potencia del motor causada por el empleo de una mezcla excesivamente pobre, se sumó la resistencia adicional debida a la interferencia de partículas metálicas, que acrecentó la pérdida de potencia del motor.

2.2. Análisis del impacto y de los restos de la aeronave

El primer impacto se produjo al chocar el extremo del semiplano izquierdo contra un naranjo. Como quiera que los naranjos eran todos de similar altura, para que solamente chocara el semiplano izquierdo sería preciso que este semiplano estuviera más bajo que el derecho, lo que indica una actitud de la aeronave de alabeo a su izquierda.

Este impacto debió generar en la aeronave un movimiento de guiñada hacia la izquierda.

A continuación se produjo el choque del semiplano derecho contra otro naranjo, que estaba situado muy próximo al impactado por el semiplano izquierdo. El fuselaje delantero de la aeronave contactó con el suelo a no más de 2 m por delante del naranjo impactado en segundo lugar, quedando detenida la aeronave allí, lo que indica que su velocidad horizontal era muy reducida.

Por otra parte, el elevado grado de deformación de la aeronave indica que su velocidad vertical en el momento del impacto era significativa.

Las características anteriormente descritas son consistentes con un escenario de entrada en pérdida a baja velocidad durante un viraje a la izquierda.

2.3. Análisis de la operación

Según indicó el piloto, fue incrementando la potencia del motor de forma progresiva durante la carrera de despegue, en lugar de haber aplicado la máxima potencia al inicio de la carrera. Este hecho motivó que cuando fue consciente de que el motor no alcanzaba el régimen que esperaba, fuera demasiado tarde para abortar la maniobra de despegue.

La técnica de despegue debe asegurar que se aprovecha toda la longitud de pista disponible. La mejor forma de cumplir este requisito es comenzando la carrera de despegue lo más ajustada a la cabecea de la pista que sea posible, y aumentando la potencia del motor de forma rápida, pero gradual, a fin de conseguir que este alcance rápidamente la potencia de despegue.

En este caso el piloto no lo hizo de esta forma, sino que fue incrementando la potencia a lo largo de una parte de la carrera de despegue, por lo que cuando se produjo el fallo de motor no tenía pista suficiente para detenerse y se vio forzado a continuar la maniobra.

Continuó con el despegue con una potencia reducida. La aeronave parece que consiguió ascender, o al menos mantener la altitud, y el piloto tomó la decisión de dar la vuelta y aterrizar por la cabecera contraria. A la vista del desarrollo de los acontecimientos, parece que el piloto no fue capaz de gestionar bien el descenso y llegó a la cabecera con demasiada altura, o, tal vez, desalineado con la pista, o una conjunción de ambos. En cualquier caso, sí parece evidente que el piloto pudo adolecer de recursos para gestionar adecuadamente la situación. En este sentido, posiblemente no cortó potencia para descender, ni desplegó los flaps para aumentar el régimen de descenso, ni realizó una maniobra de resbale para poder llegar a la cabecera de la pista y aterrizar. Esta hipótesis se vería refrendada por lo declarado por el mecánico, respecto a que la aeronave alcanzó la cabecera de la pista 28 con demasiada altura.

A la vista de lo inviable del aterrizaje por esa pista decidió realizar un pequeño circuito para aterrizar por la cabecera contraria (pista 10).

Al observar los ajustes de potencia indicados en el *Manual de vuelo de la aeronave* para la realización del circuito, se aprecia que la potencia a la que probablemente estaba el motor en ese momento (4000-4100 rpm), es la potencia de circuito (4000-4200 rpm), por lo que habría podido aterrizar sin mayores problemas, de haberse mantenido las condiciones.

Pero esto no fue así, y la situación se vio agravada –a tenor de lo declarado por el mecánico– por acrecentarse el fallo del motor durante la realización del viraje para aproarse con la pista.

En esta situación el piloto debería haber bajado el morro para aumentar la velocidad y continuar su descenso hacia la pista. En lugar de ello, actuó sobre los mandos para elevar el morro de la aeronave, produciendo un aumento del ángulo de asiento, que provocó la entrada en pérdida de la aeronave.

El viento, que tenía una intensidad moderada, soplaba desde el Sur. En estas condiciones, durante el viraje el viento pasó de incidir sobre la aeronave lateralmente (desde su izquierda) a hacerlo de cara, por lo que se considera que no tuvo ninguna contribución en el suceso.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto tenía toda la documentación válida y en vigor.
- El motor de la aeronave acababa de ser sometido a una acción de mantenimiento mayor.
- El vuelo en el que ocurrió el accidente era el primero tras la reparación del motor y su finalidad era comprobar el correcto funcionamiento de este.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo.
- Durante el despegue el motor no alcanzó el régimen de funcionamiento que el piloto esperaba.
- El piloto decidió retornar al campo.
- La aeronave llegó a la cabecera de pista con excesiva altura para aterrizar.
- El piloto optó por realizar un circuito corto para aterrizar por la pista opuesta.
- La aeronave entró en pérdida durante el viraje al tramo base.
- El avión impactó contra dos naranjos antes de hacerlo contra el suelo.
- La aeronave prácticamente no se desplazó después del impacto contra el suelo.
- Los ocupantes de la aeronave fueron auxiliados por un grupo de ciclistas que dieron aviso a los servicios de emergencia.
- Los dos depósitos de la aeronave contenían combustible.
- Los flaps de la aeronave estaban retraídos.
- La aguja del tacómetro del motor dejó una marca de impacto sobre la escala a la altura de 3700 rpm.
- El tapón magnético del motor tenía una cantidad significativa de virutas metálicas.
- El motor ofrecía una resistencia al giro superior a la normal.
- La coloración de las válvulas y culatas, así como los daños en estas últimas y en los cilindros evidencian que el motor estaba operando con una mezcla muy pobre.
- Tanto los pistones como los cilindros tenían daños debidos a interferencia con partículas metálicas.
- No se encontraron evidencias sobre el origen de las virutas metálicas.
- La posición de las marcas del embrague de sobrecarga indica que el motor desarrollaba potencia en el momento del impacto contra el suelo.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado que la causa del accidente fue la deficiente gestión de la emergencia generada por el fallo del motor.

Se considera que los siguientes factores contribuyeron al accidente:

- La técnica de manejo del mando de gases durante la carrera de despegue, que impidió apreciar el fallo del motor con tiempo suficiente para abortar la maniobra de despegue.

- La pérdida de potencia del motor producida por los siguientes factores:
    - un ajuste de mezcla excesivamente pobre.
    - La presencia de virutas metálicas que produjeron daños en los pistones.
    - La inadecuada colocación de varios segmentos.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se emite ninguna recomendación de seguridad operacional.