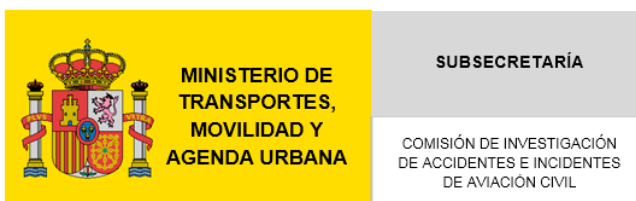


Informe técnico

ULM A-029/2021

Accidente ocurrido el día 02 de octubre de 2021, a la aeronave AEROPRAKT A22L, matrícula EC-FM1, en el término municipal de Valverde de Leganés (Badajoz)

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance del informe final por el informe maquetado.



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. 5.6 del Reglamento (UE) nº 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 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.

INDICE

Advertencia.....	iii
INDICE	iv
ABREVIATURAS	v
Sinopsis.....	6
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS	7
1.1. Reseña del accidente	7
1.2. Lesiones a personas.....	8
1.3. Daños sufridos por la aeronave	8
1.4. Otros daños	8
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave	8
1.7. Información meteorológica.....	10
1.8. Ayudas para la navegación.....	10
1.9. Comunicaciones	10
1.10. Información de aeródromo	11
1.11. Registradores de vuelo	11
1.12. Información sobre los restos de la aeronave	11
1.13. Información médica y patológica	12
1.14. Incendio	13
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	13
1.16. Ensayos e investigaciones	13
1.17. Información orgánica y de dirección	17
1.18. Información adicional	19
1.19. Técnicas de investigación especiales.....	19
2. ANALISIS.....	20
3. CONCLUSIONES	23
3.1. Constataciones.....	23
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	23
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	24

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado, minuto y segundo sexagesimal
%	Tanto por ciento
°C	Grado centígrado
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
CHT	Temperatura en cabeza de cilindro (Cylinder head temperature)
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
cm	Centímetro
CV	Caballo de vapor
EGT	Temperatura de los gases de escape (Exhaust gas temperature)
ft	Pie
GPS	Sistema de posicionamiento global
h	Hora
hPa	Hectopascal
IAS	Velocidad indicada
kg	Kilogramo
kg/l	Kilogramo por litro
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
kt	Nudo
l	Litro
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LEPN	Indicador OACI del aeródromo de Valverde de Leganés (Badajoz)
m	Metro
MAC	Cuerda media aerodinámica
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio
m/s	Metro por segundo
NNO	Nor-noroeste
NO	Noroeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
rpm	Revoluciones por minuto
SE	Sureste
SO	Suroeste
TULM	Licencia de piloto de ultraligeros
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual

Sinopsis

Propietario y Operador Aeronave:	Privado
Aeronave:	AEROPRAKT A22L, matrícula EC-FM1
Fecha y hora del incidente:	Sábado 02 de octubre de 2021, 12:10 h ¹
Lugar del accidente:	Termino municipal Valverde de Leganés (Badajoz)
Personas a bordo Aeronave:	2, ilesos
Tipo de vuelo Aeronave:	Aviación General – Privado
Fase de vuelo Aeronave:	Aterrizaje – Carrera de aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	27 de julio de 2022

Resumen:

El sábado 02 de octubre de 2021, a las 12:10 hora local, la aeronave AEROPRAKT A22L, con matrícula EC-FM1, realizó un aterrizaje de emergencia en un terreno rustico, no preparado para ello, en el término municipal de Valverde de Leganés, tras haber sufrido una parada de motor en vuelo.

La aeronave había despegado a las 12:00 hora local, del aeródromo de Valverde de Leganés, para realizar un vuelo privado con destino al aeródromo de Almendralejo (Badajoz) con el piloto y un acompañante a bordo.

Transcurridos 7 minutos de vuelo, el motor de la aeronave comenzó a mostrar un comportamiento irregular por lo que, dada la proximidad del aeródromo de salida, el piloto decidió volver al mismo. Sin embargo, durante el trayecto de regreso, el motor se paró y tras dos intentos de re arranque sin éxito, el piloto realizó un aterrizaje de emergencia en un terreno rústico no preparado para ello.

El piloto y su acompañante resultaron ilesos y la aeronave con daños importantes en la parte inferior del fuselaje y en el tren de aterrizaje. Posteriormente se encontraron daños importantes en el motor.

La investigación ha concluido que la causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia fuera de pista, en un terreno no preparado, tras la parada del motor de la aeronave motivada por un deficiente mantenimiento del mismo.

No se emite ninguna recomendación de seguridad.

¹ Hora local. Para obtener la hora UTC es necesario restar 2 h a la hora local. Salvo indicación en contra, todas las horas del presente informe se expresan en hora local

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El día 02 de octubre de 2021 la aeronave AEROPRAKT A22L, con matrícula EC-FM1, despegó del aeródromo Valverde de Leganés iniciando un vuelo con destino al aeródromo de Almendralejo con el piloto y un acompañante a bordo. La duración estimada del vuelo era de unos 45 minutos.

Según la declaración del piloto, en el aeródromo de salida, realizó todas las comprobaciones pertinentes antes del vuelo, y repostó la aeronave con gasolina de 95 octanos de automoción (al iniciar el vuelo cada aforador marcaba por la mitad, esto es, cada depósito tenía unos 22,5 l, cantidad suficiente para más de 2 h de vuelo), verificando que estaba todo correcto en la revisión pre-vuelo.

Despegaron por la cabecera 23 de la pista de LEPN² y, según su declaración, a los 7 minutos de vuelo, cuando volaba a unos 1000 ft sobre el terreno a 160 km/h IAS y 4950 rpm de régimen de motor, éste experimentó una caída de unas 1000 rpm no comandada. El piloto, de acuerdo a su declaración, comprobó todos los parámetros de motor, así como la presión de combustible, estando todo correcto menos las revoluciones de motor que estaban bajas y no aumentaban a su demanda, por lo que decidió regresar al aeródromo de salida realizando un viraje de 180°, momento en que el motor se detuvo. Intentó el re arranque en dos ocasiones, pero el motor no giraba, incluso la instrumentación que recibe alimentación eléctrica para su funcionamiento se apagaba en los intentos de arranque.

Con el motor parado (y viendo que no conseguía arrancarlo) el piloto tomó la decisión de realizar un aterrizaje de emergencia en un campo de cultivo. Según su declaración, realizó una aproximación a 100-110 km/h IAS, configurando la aeronave con 1 punto de flap al final de la aproximación, y realizó el contacto con el terreno a unos 90 km/h IAS. Rodó por el terreno decelerando sin novedad unos 20 m, hasta que la rueda de morro del tren de aterrizaje impactó con una roca que se encontraba en la trayectoria y se desprendió de la aeronave. A continuación, la aeronave derrapó sobre el terreno, dañándose la pata derecha del tren principal de aterrizaje, hasta detenerse. En total, el recorrido en tierra fue de unos 100 m aproximadamente.

El piloto y su acompañante resultaron ilesos y la aeronave con daños importantes.

El accidente fue notificado a la CIAIAC dos meses después de que ocurriera. Para entonces la aeronave se encontraba ubicada en un almacén, con el tren de aterrizaje, los semiplanos y sus riostras desmontados. El motor había sido retirado de su bancada, pero sus componentes no habían sido desmontados.

² Indicador OACI del aeródromo de Valverde de Leganés (Badajoz)

1.2. Lesiones a personas

<i>Lesiones</i>	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1	1	2	
TOTAL	1	1	2	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños importantes en el tren de aterrizaje (pata derecha del tren principal y pata de morro) y en la parte inferior del fuselaje.

Posteriormente, en una inspección del motor se encontraron daños importantes en el mismo. Este hecho está detalladamente expuesto en el apartado 1.16.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños de otro tipo.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 56 años de edad, tenía una licencia de piloto de ultraligero (TULM) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 21 de septiembre de 2011 válida hasta el 30 de septiembre de 2023. Su reconocimiento médico clase LAPL estaba en vigor hasta el 23 de agosto de 2023.

Su experiencia total de vuelo era de 700 h en aeronaves ultraligeras, de las cuales 650 h fueron voladas en el mismo tipo de la aeronave accidentada.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave AEROPRAKT A22L, es un monomotor de ala alta, con capacidad para dos ocupantes y con un tren de aterrizaje fijo tipo triciclo, con rueda de delantera direccional. En concreto, la aeronave EC-FM1 fue fabricada en el año 2007 con el número de serie A22L-07-0016 y tiene un certificado de matrícula expedido por AESA el 22 de agosto de 2008.

La aeronave está equipada con un motor Rotax 912 ULS, con número de serie 5645309, de 100 CV de potencia. La hélice es tractora tripala, fabricada por KIEVPROP, de material compuesto, de 170 cm de diámetro y paso ajustable en tierra.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 9,53 m

- Longitud: 6,22 m
- Altura: 2,47 m
- Peso en vacío: 293 kg
- Peso máximo al despegue en certificado de tipo español: 450 kg
- Capacidad de combustible: 2x45 l
- Velocidad de maniobra: 150 km/h IAS
- Velocidad de aproximación con flap 1 (configuración de aterrizaje): 90 km/h IAS
- Velocidad de pérdida con flap 2 (full): 63 km/h IAS
- Paracaídas balístico instalado

En el vuelo del accidente el peso de la aeronave (293 kg (peso en vacío) + 83 kg (piloto) + 80 kg (pasajero) + 32 kg (45 l de combustible, de 0,72 kg/l de densidad) = 488 kg), se encontraba 38 kg por encima del reflejado en su certificado de tipo. El centrado se encontraba en el 35,13% de la MAC (cuerda media aerodinámica), dentro de los límites reflejados en el manual de vuelo de la aeronave (19%-37% de la MAC).

Tenía un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad restringido, expedido por AESA el 15 de septiembre de 2008, en vigor indefinidamente siempre que no se alterasen las condiciones de la certificación.

La última revisión de mantenimiento que consta en el libro del motor data del 02 de mayo de 2015 (anotada como³ revisión de 100 h que se limitó a cambio de aceite, filtro, bujías, cambio de la arandela del tapón de aceite y limpieza de los filtros de aire), cuando la aeronave contaba con 1.139 h de vuelo. No están registradas revisiones por intervalo de tiempo más allá de la del 02 de mayo de 2015.

Adicionalmente, consta una revisión de la reductora en aplicación de un boletín cuando la aeronave contaba con 1.160 h de vuelo en junio de 2016.

Sin embargo, el piloto afirma que se realizó una última operación de mantenimiento el 18 junio de 2021, cuando la aeronave contaba con 1.199:42 h de vuelo: otra revisión anotada como de 100 h que correspondió a un cambio de aceite, filtro, bujías, cambio de la junta de vaciado del depósito, cambio del termopar del sensor de escape y cambio de 2 casquillos de nylon del carburador. Este último mantenimiento no está apuntado en el libro del motor, sin embargo, el piloto ha aportado un albarán de compra del material necesario para la revisión realizada y afirma haberla llevado a cabo en la fecha indicada.

Por tanto, admitiendo la revisión de junio de 2021 como efectuada, no se realizó mantenimiento por intervalo de tiempo desde el 2 de mayo de 2015 hasta el 18 de junio de 2021. En esos 6 años y 1 mes la aeronave acumuló 60 h de vuelo.

En el momento del accidente la aeronave y el motor tenían 1.208:17 horas de vuelo.

La aeronave dispone de un FLYdat de Rotax que proporciona información en pantalla de: rpm, horas de vuelo, temperatura de los gases de escape (EGT), temperatura en cabeza de cilindro (CHT), temperatura de aceite y presión de aceite. Este dispositivo fue

³ Así lo expresa el piloto, que es quien habitualmente realizaba el mantenimiento del motor. El alcance de lo que debían ser las acciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante del motor se detalla en el apartado 1.18

desmontado de la aeronave y trasladado a las instalaciones del servicio técnico oficial de Rotax en Madrid para su estudio, cuyas conclusiones se exponen en el apartado 1.11.

1.7. Información meteorológica

Se dispone de información procedente de estaciones meteorológicas de AEMET ubicadas en las localidades de Olivenza y Barcarrota (ambas en Badajoz). El lugar del accidente se encuentra a unos 17 km al SE al este de Olivenza y a unos 13 km al NO de Barcarrota.

Hora	Olivenza			Barcarrota		
	Temperatura (°C)	Viento		Temperatura (°C)	Viento	
		Intensidad (kt)	Procedencia (°)		Intensidad (kt)	Procedencia (°)
12:00	15,5	6,4	233	19,5	5,6	277
12:10	15,8	6,6	234	19,8	5,2	266

Por otra parte, los METAR del Aeropuerto de Badajoz (el lugar del accidente se encuentra a unos 31 km al NO al de dicho aeropuerto) a la hora que se produjo el accidente indicaban una situación anticiclónica (QNH de 1018 hPa) con vientos de 7 a 5 kt procedentes de 300° y variable respectivamente, y temperaturas entre 18 y 20°C.

METAR LEBZ 021000Z 30007KT 260V330 9999 FEW006 18/15 Q1018=

METAR LEBZ 021030Z VRB05KT CAVOK 20/15 Q1018=

AEMET añadió que en la imagen de satélite correspondiente a la hora del accidente no figura que hubiera nubosidad de importancia en la zona del accidente. El mapa de baja cota no predecía ningún fenómeno relevante en esa zona. Por tanto, concluyó que no hay motivos suficientes para deducir que en el lugar del accidente hubiera algún fenómeno meteorológico de importancia que influyera en las operaciones aeronáuticas.

Por otra parte, según declaración del piloto, las condiciones meteorológicas de la zona no eran limitativas para el vuelo, la visibilidad era buena y la intensidad del viento era floja.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable. El vuelo se realizaba bajo las reglas de vuelo visual.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Valverde de Leganés (LEPN) está situado a 3,7 km al NNO del término municipal de Valverde de Leganés en la provincia de Badajoz. Su elevación es 820 ft y tiene una pista de terreno natural designada como 05 – 23 de 500 m de longitud y 30 m de anchura.

Es un aeródromo de uso restringido en el que se utilizan las frecuencias 130.125 MHz para las comunicaciones aire-aire.

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, de acuerdo con la reglamentación aeronáutica en vigor que no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves.

En el vuelo del accidente no había a bordo ningún dispositivo GPS del que se pudiera obtener información.

La aeronave dispone de un FLYdat de Rotax que proporciona información en pantalla de: rpm, horas de vuelo, temperatura de los gases de escape (EGT), temperatura en cabeza de cilindro (CHT), temperatura de aceite y presión de aceite. El contenido de datos históricos almacenados en su memoria no volátil fue analizado en las instalaciones del servicio técnico oficial de Rotax en Madrid.

De su estudio y conclusiones se destaca lo siguiente:

- Este FLYdat, modelo 886855 (se comercializó entre los años 2000 a 2004), es el más antiguo y tiene un software de los años 90 y una capacidad de almacenamiento de datos bastante limitado.
- Almacena parámetros cada 6 minutos, y el dato almacenado es un valor medio dentro del intervalo de tiempo.
- Se aprecia que en los últimos registros hay valores que teóricamente sobrepasan los de alarma sobre rpm, temperatura de aceite, presión de aceite y temperatura en cabeza de cilindro, pero al ser su duración 0, en opinión de Rotax ha sido un fallo de lectura del FLYdat.
- En definitiva, la conclusión es que, si bien el FLYdat operaba correctamente para ser usado por el piloto durante el vuelo, su sistema de almacenamiento de datos históricos no aporta datos fiables de los que extraer conclusiones.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

El lugar del aterrizaje de emergencia se encuentra, aproximadamente, 10,8 km al SE de LEPN entre la carretera BA-026 y la EX105; y a 6,8 km al SE de Valverde de Leganés.

El aterrizaje de emergencia se efectuó en un campo de cultivo para ello que, aunque era razonablemente plano, tenía vegetación y vallados entre fincas (véase figura 1).

Según la declaración del piloto, la aeronave realizó el contacto con el terreno a unos 90 km/h IAS. Rodó por el terreno decelerando sin novedad unos 20 m, hasta que la rueda de morro del tren de aterrizaje impactó con una roca que se encontraba en la trayectoria y se desprendió de la aeronave. A continuación, la aeronave derrapó sobre el terreno, dañándose la pata derecha del tren principal de aterrizaje, hasta detenerse. En total, el recorrido en tierra fue de unos 100 m aproximadamente.

La rotura de la pata de morro y los daños en la pata derecha del tren de aterrizaje hicieron que el fuselaje tocara el suelo. Sin embargo, la cabina no presentaba daño alguno y su volumen no se vio deformado. Los semiplanos no tocaron el suelo y tampoco lo hicieron ninguna de las 3 palas de la hélice, que se encontraba parada.

La imagen a continuación muestra el estado de la aeronave tras el accidente una vez que se le desmontaron los semiplanos y sus riostras para su transporte.



Fig. 1: Vista frontal de la aeronave tras el accidente, una vez fueron desmontados los semiplanos, sus riostras y la pata izquierda y derecha del tren de aterrizaje principal

1.13. Información médica y patológica

No hay constancia que factores fisiológicos o psicológicos pudiesen haber afectado a la actuación del piloto.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La cabina de la aeronave no mostraba ningún daño y mantenía su forma e integridad estructural sin que el volumen del habitáculo se viera deformado.

Los asientos se encontraban en buenas condiciones, con sus respaldos rectos. Los cinturones de seguridad funcionaron correctamente y su estado era bueno.

Tanto el piloto como el acompañante resultaron ilesos y abandonaron la aeronave por sus propios medios.

1.16. Ensayos e investigaciones

Se realizó una inspección del motor de la aeronave y de sus sistemas auxiliares con la ayuda de un especialista en motores Rotax.

Los hallazgos y las conclusiones de la inspección se detallan a continuación en orden cronológico, de acuerdo con su realización.

Motor (general)

El eje del motor no giraba, había algún tipo de bloqueo interno (así también lo comprobó el piloto nada más aterrizar).

El estado general del motor era de mantenimiento deficiente. Se apreciaba que la bomba mecánica de combustible es marca Pierburg, hace tiempo descatalogada.

Esta aeronave no tiene bomba eléctrica de combustible. Al ser de ala alta la alimentación de combustible se produce por gravedad.

El nivel de fluidos era adecuado: tenía líquido refrigerante, combustible en las conducciones y aceite. Respecto al líquido refrigerante, su depósito había sido rellenado, tiempo atrás, con anticongelante de automoción mezclándolo con el que ya tenía (que era marca EVANS, de aviación, recomendado por el fabricante), y según indica el fabricante Rotax, esto ha producido deterioro en los manguitos y en las conexiones entre ellos.

El tornillo detector de partículas magnéticas está situado cerca del cilindro 2. Tiene difícil acceso y por este motivo el piloto afirma que habitualmente no lo comprobaba (además para desmontarlo se necesita una llave especial, de la que no dispone).

A continuación, se muestra una representación esquemática del motor en planta para mejor comprensión de la ubicación de los cilindros y de los sistemas auxiliares del motor. Los números representan la ubicación de los correspondientes cilindros del motor

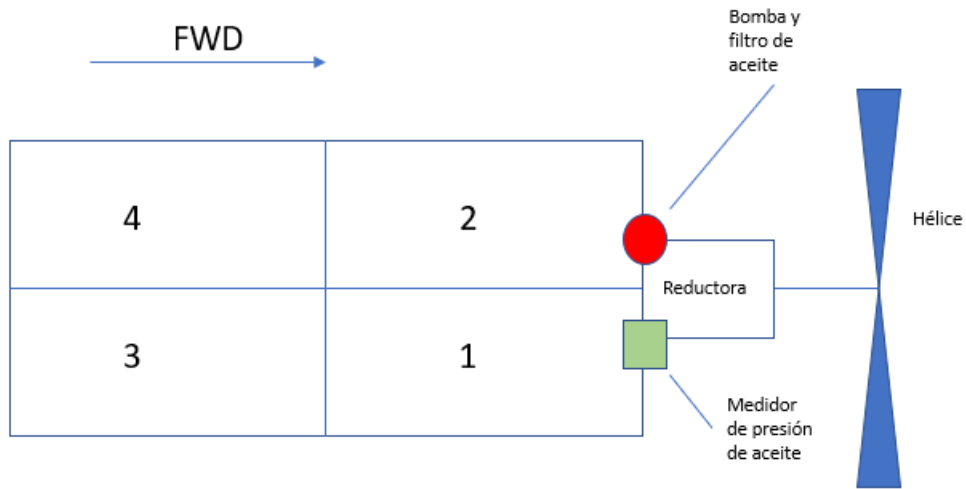


Fig. 2: Representación esquemática del motor en planta.
Los números representan la ubicación de los correspondientes cilindros del motor

El circuito que sigue el aceite de lubricación del motor es el siguiente: tras ser filtrado, la bomba lo recircula en el siguiente orden de cilindros: 2-4-3-1, después pasa a la reductora y vuelta a empezar. El sensor medidor de la presión de aceite está ubicado tras la zona del cilindro 1, antes de entrar en la reductora.

Bujías

Se extrajeron las 8 bujías (2 por cilindro). Visualmente indicaban buen estado y buena carburación.

Tapas de balancines

Al retirar las 4 tapas de balancines (color verde exterior) se apreciaban numerosos restos de viruta metálica. Se comprobó con un imán que eran virutas tanto magnéticas como no magnéticas.



Figs. 3 y 4: Interior de las 4 tapas de balancines

Cilindro 3

Se desmontó y se comprobó que:

- El pistón había llegado a contactar con las válvulas (hay una huella en forma circular).
- La cabeza del pistón no presentaba ningún otro tipo de anomalía
- Las válvulas tampoco
- El pistón estaba roto completamente por la zona del bulón y por los laterales
- La biela estaba doblada cerca del bulón, manteniendo el bulón agarrado, con éste presentando golpes



Fig. 5: Pistón del 3 con huellas circulares por contacto con las válvulas



Fig. 6: Pistón del 3 y alojamiento (roto) de su bulón

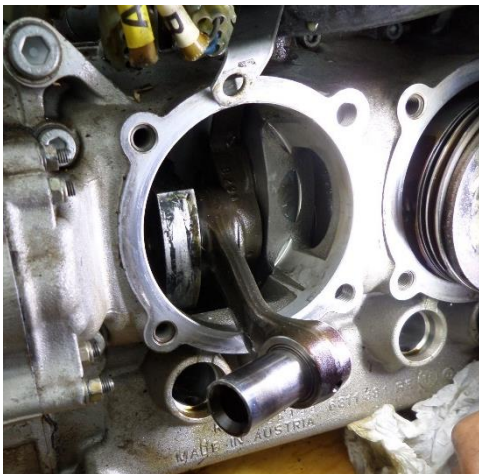


Fig. 7: Biela (deformada) y bulón del 3

Cilindro 1

Se desmontó y se comprobó que:

- El pistón había llegado a contactar con las válvulas (hay una huella en forma circular)
- La cabeza del pistón no presentaba ningún otro tipo de anomalía
- Las válvulas tampoco
- El pistón estaba completo, sin daños aparentes
- La biela y bulón estaban, aparentemente, en buen estado

Cilindro 2

Se desmontó y se comprobó que:

- El pistón había llegado a contactar con las válvulas (hay una huella en forma circular)
- La cabeza del pistón no presentaba ningún otro tipo de anomalía
- Las válvulas tampoco
- El pistón estaba completo, sin daños aparentes
- La biela y bulón estaban, aparentemente, en buen estado

Cilindro 4

Se desmontó y se comprobó que:

- El pistón había llegado a contactar con las válvulas (hay una huella en forma circular)
- La cabeza del pistón no presentaba ningún otro tipo de anomalía
- Las válvulas tampoco
- El pistón estaba roto por los laterales. El bulón seguía en su sitio, ahí no había roturas, a diferencia del pistón 3
- La biela y bulón estaban, aparentemente, en buen estado



Fig. 8: Pistón del 4 con su biela y bulón

Taqués hidráulicos

Se desmontaron los 8. Todos presentaban un estado correcto, con restos de virutas metálicas (no de ellos mismos) y en la cabeza presentan alguna rayadura, seguramente producto de la presencia de las partículas metálicas.

Carburadores

Presentaban un aspecto normal, y al ser desmontados se apreció algún resto de oxido en las cubetas. Su estado general era bueno.

Reductora

Los engranajes presentaban un buen estado.

Había una gran cantidad de las mismas partículas metálicas que las encontradas en el resto del motor, pero no habían sido generadas aquí, sino que habían sido traídas por el aceite.

El tornillo magnético estaba lleno de partículas.

Conclusiones del experto en motores Rotax

- En general se observa un pésimo mantenimiento del motor. El tornillo magnético es de cabeza tipo torx (en desuso), por lo que se deduce que hace mucho tiempo que no se ha realizado la inspección de virutas en el tornillo magnético ya que, si se hubiera hecho periódicamente, ya se habría sustituido este tornillo por uno de cabeza hexagonal.
- La bomba de combustible (marca Pierburg) estaba caducada.
- Los codos de las tuberías de refrigeración (tanto de culatas como de la bomba de agua) estaban corroídos por contaminación en el líquido refrigerante.
- Tenía varias fugas de aceite en el cárter y una fuga en el retén de la bomba de agua.
- En la inspección a fondo del motor se comprobó que la culata del cilindro 3 había sido golpeada por el pistón. Se desmontó el cilindro correspondiente y se apreció que la biela tenía holgura en el cigüeñal y que el bulón junto con la biela se había retorcido y roto la sujeción en el pistón.
- La biela del cilindro 4 también tenía holgura en el cigüeñal y también había golpeado el pistón contra la culata, pero en menor grado.
- Se apreciaban zonas azuladas, indicativo de falta de aceite en los extremos del cigüeñal de ambas bielas de los cilindros 3 y 4.
- Los otros cilindros estaban en buen estado, pero con contaminación de virutas metálicas.
- Los taqués estaban en buen estado.
- La bomba de aceite estaba en buen estado.
- El filtro de aceite estaba lleno de virutas.
- La sobre temperatura que ha provocado que la biela del 3 se haya doblado ha debido ser provocada por una falta momentánea de lubricación, aunque había aceite en cantidad normal.

1.17. Información orgánica y de dirección

El manual de vuelo de la aeronave establece los siguientes procedimientos de emergencia, entre los que se encuentran el procedimiento de parada de motor en vuelo y aterrizaje de emergencia:

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA:

Las revisiones prevuelo y periódicas del avión minimizan el riesgo de emergencias.

- Fallo de motor en carrera de despegue: Abortar, cerrar gases, aplicar frenos, desconectar magnetos, master y combustible.
- Fallo de motor inmediatamente después del despegue: Buscar zona de aterrizaje por la proa, cerrar gases, desconectar magnetos, master y cerrar combustible. Velocidad recomendada 100 Km/h. (mejor tasa de planeo) No virar hacia el aeródromo si no se tiene suficiente altura.
- Fallo de motor durante el ascenso: Si se dispone de altura suficiente, virar hacia el aeródromo; si no, buscar aterrizaje por la proa con planeo de 100Km/h. (mejor tasa de planeo) Cerrar gases, desconectar magnetos y master y cerrar llaves de paso de combustible.
- Fallo de motor en vuelo: Mantener descenso constante a 100 Km/h. Buscar un sitio apropiado para aterrizar, preferiblemente en contra del viento, desconectar interruptores de encendido, master y cerrar llaves de combustible. Si la altura lo permite, comprobar posibles causas del fallo (combustible, llaves de paso, etc.) Intentar arrancar de nuevo.
- Planeo: La mejor velocidad de planeo recomendada es de 100 Km/h, con flaps retraídos y 90 Km/h. con flaps extendidos.
- Coeficiente de planeo: 1:10 con flaps retraídos.
- Velocidad mínima de descenso: 3m/s.

PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE EN VUELO:

- Palanca de gases atrás (ralentí)
- Comprobar que estén abiertas las llaves de paso de combustible.
- Comprobar nivel de combustible.
- Conectar interruptores de magnetos.
- Girar llave de contacto.

ATERRIZAJE DE EMERGENCIA:

- Mejor velocidad de planeo: 100 Km/h.
- Flaps en posición 1
- Ignición OFF
- Llaves de combustible cerradas.
- Seleccionar terreno apropiado para aterrizar, teniendo en cuenta altitud y viento. (Utilizar el paracaídas de emergencia, si no se encuentra terreno para aterrizar con seguridad)
- Efectuar llamada de emergencia. (121.5) o frecuencia de aeródromo próximo.
- En final, flaps punto 2 (totalmente extendidos)
- Aterrizar en el lugar elegido, evitando posibles obstáculos.
- Toma de tierra a la menor velocidad posible.

El paracaídas de emergencia, solo se utilizará si no se encuentra un lugar apropiado para efectuar un aterrizaje seguro, o por fallo estructural que no permita el control de la aeronave.

Al desplegarlo el avión puede rotar. La rotación se puede tratar de impedir utilizando los mandos de control en contra de la misma. La tripulación debe mantener una postura que minimice el riesgo de lesiones en el impacto contra el terreno.

ATERRIZAJE CON MOTOR PARADO:

Esta aeronave no tiene características peculiares de operación durante el aterrizaje con el motor parado con o sin flaps.

La velocidad recomendada en descenso es de 100 km/h. y 60 Km/h en la toma.

La relación de planeo es aproximadamente de 1:10

1.18. Información adicional

En este motor, según el manual de mantenimiento del fabricante (usando combustible sin plomo), las actividades más significativas (lista no exhaustiva) de mantenimiento programado son las siguientes:

- Las revisiones cada 100 ±10 h se realizan por intervalo de operación o anual, lo que antes suceda.
- Comprobación presión diferencial cilindros cada 200 h.
- Aceite: cambio cada 100 h
- Filtro de aceite: sustitución cada 100 h, seccionarlo sin causar virutas y comprobar posibles virutas de desgaste del motor.
- Bujías:
 - o comprobación de defectos: cada 100 h
 - o comprobación del ajuste de los conectores: cada 200 h
 - o sustitución cada 400 h
- Inspección del tornillo magnético: cada 100 h
- Inspección visual general del motor: cada 100 h
- Carburadores:
 - o Comprobación de ralentí, recorrido acelerador, y sincronización cada 100 h.
 - o Desmontaje y montaje de los dos carburadores, comprobación ventilación cubetas y peso de los flotadores cada 200 h.
- Reductora:
 - o Se comprueba el torque de fricción en rotación libre. Cada 100 h.
 - o Verificación engranajes, y embrague. cada 1000 h.
- Comprobación del sistema de refrigeración completo cada 100 h y si es necesario cambiar el refrigerante se realizará un enjuague del sistema completo.
- Prueba de funcionamiento del motor cada 100 h siguiendo las instrucciones para ello establecidas en el manual de mantenimiento del motor.
- Overhaul a las 1500 h o 12 años.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

2. ANALISIS

Consideraciones generales

Tras producirse la parada del motor, y no conseguirlo reanudar en dos ocasiones sucesivas, volando a unos 1000 ft sobre el terreno el aterrizaje de emergencia era inevitable. El piloto valoró las opciones para encontrar un campo adecuado, pero éstas no eran muchas, pues el terreno que tenía alrededor, si bien era plano, estaba parcelado y tenía vegetación.

Su decisión de aterrizar con flap 1 a 90 km/h IAS en lugar de con flap 2 a menor velocidad (como indica el manual de vuelo de la aeronave) no se puede juzgar incorrecta, pues el piloto tenía pocas posibilidades de elección de zona de aterrizaje, y dicha elección condicionó el uso de una configuración de flap u otra en base a la distancia a recorrer y a la senda de planeo que obtendría con una u otra.

Por otra parte, la aeronave estaba volando ligeramente (38 kg) por encima de su peso máximo recogido en el certificado de tipo. No se considera que este factor, si se toma aisladamente en este vuelo, sea determinante para explicar el accidente, sin embargo, este hecho denota una mala planificación del vuelo. Por otra parte, el centrado estaba dentro de los límites.

Las condiciones meteorológicas no fueron limitativas para el vuelo.

El análisis se centra en las condiciones de mantenimiento en las que se encontraba el motor y en el fallo del mismo.

Consideraciones sobre el estado del motor

Antes de realizar la inspección a fondo del motor se pudo apreciar a simple vista un estado general de conservación y mantenimiento muy pobre.

Se detectaron malas prácticas, como es la mezcla de líquido refrigerante de automoción y de aviación, cuyo resultado visible era deterioro en los manguitos de conducción.

Asimismo, el motor montaba componentes que están en desuso desde hace tiempo, como es la bomba Pierburg de combustible. El tornillo detector de partículas magnéticas llevaba mucho tiempo sin haber sido comprobado (de hecho, el piloto, que es quien habitualmente realizaba el mantenimiento del motor, no tenía la llave correspondiente para desenroscarlo).

Las revisiones periódicas de mantenimiento llevadas a cabo sobre el motor indican que éstas no se ajustaron a lo estipulado en el manual de mantenimiento aprobado por el fabricante del motor ni en tiempo ni en forma.

Concretamente, el fabricante establece que el motor debe ser sometido a overhaul a las 1500 h de vuelo o 12 años, lo que antes suceda. Este motor fue fabricado en 2007 y acumulaba 1208:17 h de vuelo. Por lo tanto, en el momento del accidente tenía 14 años y hacía 2 años que tenía que haber sido sometido a overhaul, cosa que no sucedió.

Respecto a las revisiones periódicas anuales (o de 100 h) así anotadas en el libro del motor, las 2 últimas realizadas datan de mayo de 2015 y de junio de 2021. Entre ellas transcurrieron algo más de 6 años, y se volaron 60 h.

No se realizaron revisiones anuales del motor en los años 2016, 2017, 2018, 2019 ni 2020.

Por otra parte, se ha comprobado (de acuerdo con las anotaciones realizadas en el libro del motor) que aquellas que se calificaban como de "100 h" no seguían lo establecido en el manual de mantenimiento del motor a ese respecto. En las 2 últimas calificadas de 100 h se hizo lo siguiente:

- Mayo de 2015 (1139 h de vuelo)
 - o cambio de aceite, filtro, bujías, cambio de la arandela del tapón de aceite y limpieza de los filtros de aire
- Junio de 2021 (1199:42 h de vuelo)
 - o cambio de aceite, filtro, bujías, cambio de la junta de vaciado del depósito, cambio del termopar del sensor de escape y cambio de 2 casquillos de nylon del carburador

El manual de mantenimiento del motor establece, entre otras cosas, que la revisión anual o de 100 h debe contener:

- Cambio de aceite y del filtro de aceite
- Inspección del tornillo magnético
- Inspección visual general del motor
- Bujías: comprobación de defectos
- Carburadores: comprobación de ralentí, recorrido acelerador, y sincronización
- Reductora: se comprueba el torque de fricción en rotación libre
- Comprobación del sistema de refrigeración completo y si es necesario cambiar el refrigerante se realizará un enjuague del sistema completo
- Prueba de funcionamiento del motor cada 100 h siguiendo las instrucciones para ello establecidas en el manual de mantenimiento del motor

Si se compara el listado anterior con las acciones realizadas en mayo de 2015 y junio de 2021 se puede comprobar que no todas las acciones de mantenimiento que establece el fabricante para las revisiones anuales (o de 100 h) fueron llevadas a cabo.

El manual de mantenimiento del motor establece, entre otras cosas, que la revisión de 200 h debe contener:

- Bujías: comprobación del ajuste de los conectores
- Comprobación presión diferencial cilindros
- Desmontaje y montaje de los dos carburadores, comprobación ventilación cubetas y peso de los flotadores

No existe constancia documental de que las acciones de mantenimiento que establece el fabricante para las revisiones de 200 fueran llevadas a cabo.

El manual de mantenimiento del motor establece, entre otras cosas, que la revisión de 400 h debe contener:

- Bujías: sustitución

Comparando lo que establece el manual de mantenimiento del motor para las revisiones de 100 h (o anual), de 200 h y de 400 h con lo que realmente se efectuó sobre el motor de la aeronave accidentada se puede afirmar que el mantenimiento realizado se apartó notablemente (para mal) de lo recomendado por el fabricante.

La parada del motor en vuelo sobrevino cuando la biela del cilindro 3 estuvo expuesta a una sobre temperatura que provocó que ésta perdiera sus propiedades y se deformara, lo que ocasionó que el pistón realizara un recorrido anormal dentro del cilindro, llegando a golpear con la culata en repetidas ocasiones. El pistón acabó rompiéndose por la zona del bulón, y el cilindro opuesto (el 4) sufrió también desperfectos y daños, aunque no tan grandes como en el 3.

Estos daños provocaron el gripado del motor y así se explica que el re arranque en vuelo no fuera posible. Ni siquiera el motor de arranque era capaz de mover el motor, y la hélice en tierra no se podía tampoco mover a mano.

El hallazgo de las numerosas virutas y restos metálicos dentro del motor se explica por las roturas anteriormente mencionadas y los rozamientos a los que dieron lugar.

La razón por la que se produjo la sobre temperatura de la biela del 3 se puede explicar por una falta de lubricación, cuyo origen no se ha podido determinar.

Se concluye que la causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia fuera de pista, en un terreno no preparado, tras la parada del motor de la aeronave motivada por un deficiente mantenimiento del mismo.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El estado general de conservación y mantenimiento del motor era deficiente.
- Las revisiones periódicas de mantenimiento llevadas a cabo sobre el motor indican que éstas no se ajustaron a lo estipulado en el manual de mantenimiento aprobado por el fabricante del motor ni en tiempo ni en forma.
- En el momento del accidente el motor tenía 14 años y hacía 2 años que tenía que haber sido sometido a overhaul.
- No se realizaron revisiones anuales (o de 100 h) del motor en los años 2016, 2017, 2018, 2019 ni 2020.
- Las revisiones de mantenimiento que se anotaron en el libro del motor como de "100 h" no siguieron lo establecido en el manual de mantenimiento del motor a ese respecto.
- La parada del motor en vuelo sobrevino cuando la biela del cilindro 3 estuvo expuesta a una sobre temperatura debida una falta de lubricación y gripó el motor.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha concluido que la causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia fuera de pista, en un terreno no preparado, tras la parada del motor de la aeronave motivada por un deficiente mantenimiento del mismo.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Ninguna.