

Informe técnico

ULM A-014/2022

Accidente ocurrido el día 5 de junio de 2022, a la aeronave TECNAM modelo P96-G, matrícula EC-FO7, en el término Municipal de Pilar de la Horadada (Alicante / Alacant, España)

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 de 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.



ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Advertencia | 2 |
| ÍNDICE | iii |
| ABREVIATURAS..... | iv |
| Sinopsis..... | 5 |
| 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS | 6 |
| 1.1. Reseña del accidente..... | 6 |
| 1.2. Lesiones a personas | 7 |
| 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..... | 9 |
| 1.7. Información meteorológica | 12 |
| 1.8. Ayudas para la navegación | 13 |
| 1.9. Comunicaciones..... | 13 |
| 1.10. Información de aeródromo | 13 |
| 1.11. Registradores de vuelo | 13 |
| 1.12. Información sobre los restos de la aeronave | 14 |
| 1.13. Información médica y patológica..... | 15 |
| 1.14. Incendio | 15 |
| 1.15. Aspectos relativos a la supervivencia | 15 |
| 1.16. Ensayos e investigaciones..... | 16 |
| 1.17. Información organizativa y de dirección..... | 20 |
| 1.18. Información adicional | 21 |
| 1.19. Técnicas de investigación especiales | 22 |
| 2. ANÁLISIS..... | 23 |
| 3. CONCLUSIÓN..... | 27 |
| 3.1. Constataciones | 27 |
| 3.2. Causas / Factores contribuyentes..... | 27 |
| 4. RECOMENDACIONES..... | 28 |

ABREVIATURAS

| | |
|-------------|---|
| 00° 00' 00" | Grados, minutos y segundos |
| AEMET | Agencia Estatal de Meteorología |
| AESA | Agencia Estatal de Seguridad Aérea |
| APP | Servicio de control de aproximación |
| CITAAM | Comisión para la Investigación Técnica de Accidentes de Aeronaves Militares |
| CTR | Zona de control |
| FI(MAF) | Instructor de aeronaves multieje de ala fija |
| ft | Pie(s) (feet) |
| h | Hora(s) |
| IGN | Instituto Geográfico Nacional |
| kg | Kilo(s) |
| km/h | Kilómetros por hora |
| kt | Nudo(s) |
| m/s | Metros por segundo |
| MAF | Multieje de ala fija |
| msnm | Metros sobre el nivel del mar |
| 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) |
| R/TC | Radiotelefonía en castellano |
| RD | Real Decreto |
| rpm | Revoluciones por minuto |
| TBO | Tiempo entre revisiones mayores (time between overhaul) |
| ULM | Aeronave ultraligera motorizada |
| UTC | Tiempo universal coordinado (coordinated universal time) |
| VFR | Reglas de Vuelo Visual |

Informe técnico

ULM A-014/2022

| | |
|------------------------------------|---|
| Propietario y Operador: | Aeroclub Mar Menor. |
| Aeronave: | TECNAM P96-GOLF, EC-FO7 (España). |
| Fecha y hora del accidente: | 5 de junio de 2022 sobre las 20:50 hora local ¹ . |
| Lugar del accidente: | Término municipal de Pilar de la Horadada (Alicante / Alacant). |
| Personas a bordo: | 1 (tripulación), 1 (pasajero). |
| Tipo de operación: | Aviación general – comercial – otros. |
| Fase de vuelo: | En ruta – crucero. |
| Reglas de vuelo | VFR. |
| Fecha de aprobación: | 29 de marzo de 2023. |

Sinopsis

Resumen:

El domingo 5 de junio de 2022 sobre las 20:20 h, la aeronave TECNAM P96-G con matrícula EC-FO7 despegó con el piloto y con un pasajero a bordo desde el aeródromo de Los Garranchos con la intención de hacer un vuelo local y aterrizar de vuelta en Los Garranchos.

Durante la fase de crucero, la aeronave sufrió una parada de motor. Tras intentar poner en marcha de nuevo el motor sin éxito, el piloto aterrizó de emergencia en un campo de labor.

A consecuencia del accidente, la aeronave sufrió daños importantes en el tren de aterrizaje, en la hélice, en la parte delantera del fuselaje y en el motor.

Tanto el piloto como el pasajero resultaron ilesos.

La investigación ha determinado que la causa probable del accidente fue el aterrizaje de emergencia fuera de campo ocasionado por la parada del motor debido a la rotura de una de las bielas del motor.

Se considera factor contribuyente el hecho de que el motor llevaba instalado un conjunto bielas-cigüeñal que había sido considerado como no aeronavegable por un taller especializado en motores ROTAX.

El informe contiene cuatro recomendaciones de seguridad, de las cuales una se emite al fabricante de la aeronave (TECNAM), otra se emite al taller de mantenimiento AIR MONKEY MECH, otra al fabricante del motor (ROTAX) y la otra restante a AESA.

¹ Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local. Para obtener la hora UTC equivalente, se han de restar 2 horas a la hora local.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El domingo 5 de junio de 2022 sobre las 20:20 h, la aeronave TECNAM P96-GOLF con matrícula EC-FO7 despegó con el piloto y con un pasajero a bordo desde el aeródromo de Los Garranchos con la intención de hacer un vuelo local y aterrizar de vuelta en Los Garranchos. En particular, se trataba de un vuelo de introducción.

Se trataba del segundo vuelo de la tarde y del quinto del día para la aeronave. Los cuatro vuelos anteriores, de aproximadamente una hora de duración cada uno, se habían desarrollado con normalidad. Asimismo, tal y como informó el piloto, en la revisión prevuelo de la mañana y en la de la tarde no se había encontrado ninguna anomalía, habiendo comprobado, entre otros puntos, que el nivel de aceite era adecuado.

De acuerdo con lo manifestado por el piloto, el vuelo se estaba desarrollando con normalidad hasta que, mientras se encontraban a unos 1500 ft respecto al QNH de San Javier a una velocidad de unos 160 km/h, sobrevolando las coordenadas estimadas 37° 55' 19" norte - 0° 51' 35" oeste, y con la aeronave estabilizada en línea de vuelo sin manipulación del mando de gases, el motor se detuvo de forma brusca y súbita con un seco y fuerte "clanc", sin rateo previo.

Tras comprobar que las magnetos y la bomba auxiliar de combustible estaban encendidas, que las dos llaves de combustible estaban abiertas y que el mando de gases estaba en ralentí, el piloto procedió a girar la llave del motor de arranque para intentar ponerlo en marcha, pero observó que la hélice no giraba.

Ante esta situación, el piloto mantuvo una velocidad de planeo de unos 120 km/h y, tras comunicar por radio que se encontraban en situación de emergencia por parada de motor al servicio de control de aproximación (APP) de la Base Aérea de San Javier, procedió a buscar un lugar para llevar a cabo un aterrizaje de emergencia. Observó un campo apropiado a unos treinta grados a la derecha de su rumbo. Se trataba de un campo de labor donde existían unos caballones dispuestos en sentido transversal a la trayectoria. Una vez elegido el campo, comenzó con la gestión del aterrizaje de emergencia, e indicó al pasajero que iba a llevar a cabo un aterrizaje forzoso y que se reapretara los atalajes.

En la fase final del aterrizaje de emergencia, el piloto mantuvo 120 km/h de velocidad y, una vez sorteada la carretera y unos árboles anexos al citado campo de labor, configuró la aeronave con full flap, a la vez que le indicó al pasajero que se preparara para la toma. El piloto se dispuso a tomar en sentido perpendicular a los caballones, ya que en sentido paralelo no había suficiente distancia para aterrizar con seguridad.

Según lo manifestado por el piloto, en el momento de la toma realizó una recogida con morro ligeramente alto y disminuyó la velocidad hasta unos 80 km/h, tocando tierra con el tren principal. Con el tren principal en el suelo, la aeronave fue atravesando transversalmente los caballones hasta que la rueda de morro tocó el suelo, momento en el que la aeronave se detuvo bruscamente al clavarse en uno de los caballones.

Con la aeronave detenida, el piloto cerró la llave de combustible, quitó la llave del contacto para cortar la energía, comprobando también que las magnetos y la bomba de combustible estaban apagadas. Tras comprobar que el pasajero estaba bien, el piloto abrió la carlinga y abandonaron el avión por sus propios medios.

A consecuencia del accidente, la aeronave sufrió daños importantes en el tren de aterrizaje, en la hélice, en la parte delantera del fuselaje y en el motor.

Cabe destacar que, según lo manifestado por el piloto y por el pasajero, un par de minutos antes de la parada de motor el piloto le había mostrado al pasajero los parámetros que se han de verificar en vuelo, en particular, los relativos al motor y al combustible, habiendo observado que eran adecuados. Asimismo, tras la parada del motor, el piloto observó que la hélice se quedó clavada, sin girar en molinete.

En la siguiente figura se puede observar la trayectoria seguida por la aeronave que facilitó el piloto:

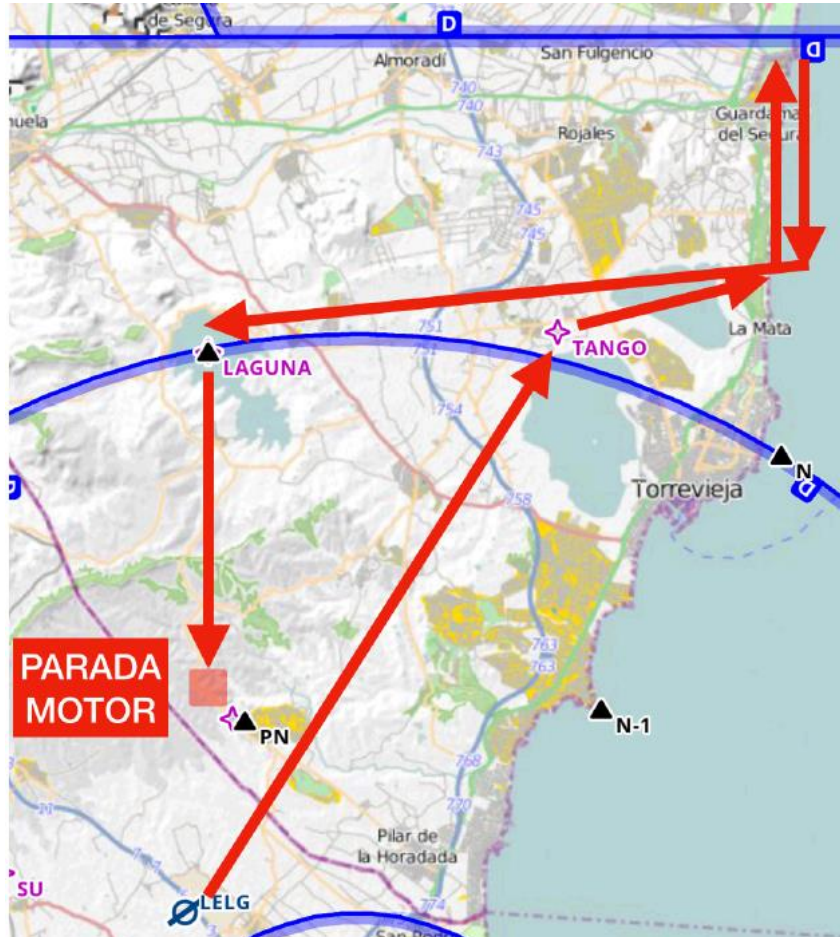


Figura 1: Trayectoria seguida por la aeronave proporcionada por el piloto.

1.2. Lesiones a personas

| Lesiones | 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

A consecuencia del accidente, la aeronave sufrió la rotura de los siguientes elementos:

- Pata de morro del tren de aterrizaje.
- Pata derecha del tren de aterrizaje.
- Hélice.
- Parte delantera del fuselaje.
- Bancada y varios componentes del motor.

1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5. Información sobre el personal

El día del accidente, el piloto tenía 56 años.

Estaba en posesión de la licencia de ultraligero y de las siguientes habilitaciones:

- MAF (Con validez hasta el 30-04-2023).
- FI(MAF) (Con validez hasta el 30-04-2023).
- R/TC (Con validez indefinida mientras se tenga la licencia en vigor).

Asimismo, estaba en posesión de los siguientes certificados médicos:

- Clase 1 operaciones comerciales con un solo piloto transportando pasajeros (con validez hasta 15-07-2022).
- Clase 1 (con validez hasta 15-01-2023).
- Clase 2 (con validez hasta 15-01-2023).

En cuanto a la experiencia de vuelo, el piloto había ejercido, además de como piloto de ultraligeros, como piloto de aviación general, de aviación militar y como piloto civil comercial, acumulando en el momento del accidente más de 11000 horas de vuelo entre todos los modos.

Durante los dos últimos años, el piloto acumulaba 225:02 horas de vuelo y 74:55 horas de vuelo de instrucción, la mitad de ellas en la aeronave accidentada. Con respecto a la experiencia de vuelo en ultraligeros, el piloto obtuvo la licencia en 2003 y en 2006 obtuvo la habilitación de instructor. En el 2020 renovó licencia de piloto en Los Garranchos.

Respecto a su actividad de vuelo el día del accidente, era su tercer vuelo del día, todos ellos en la misma aeronave. El primero de ellos tuvo lugar a las 11:00 h, con 42 minutos de duración, y el segundo, a las 19:00 h, con 54 minutos de duración. Anteriormente, voló el día 30-05-2022.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Aspectos generales sobre la aeronave

- Marca: TECNAM
- Modelo: P96-GOLF
- Año de fabricación: 2008
- Número de serie: P96-G-308
- Masa máxima al despegue: 450 kg
- Tipo de motor: ROTAX 912 ULS2
- Información relativa al operador y propietario: Aeroclub Mar Menor

La aeronave ultraligera TECNAM P96-GOLF con matrícula EC-FO7 y número de serie P96-G-308 es una aeronave monomotor de ala baja tren de aterrizaje fijo tipo triciclo y con dos asientos dispuestos lado a lado.

La aeronave tiene una envergadura de 8,4 metros, una longitud de 6,4 metros y una altura de 2,3 metros.

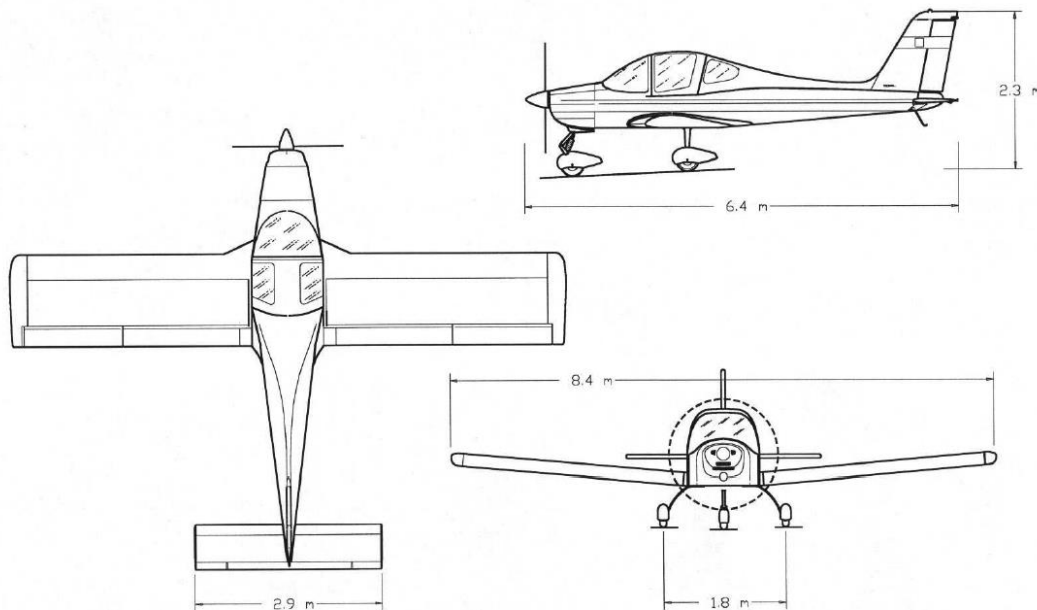


Figura 2: Vistas de la aeronave TECNAM P96-GOLF.

La aeronave está equipada con un motor ROTAX 912 ULS2. Se trata de un motor de cuatro tiempos con cuatro cilindros en horizontal opuestos dos a dos capaz de proporcionar una potencia máxima de 100 caballos. Presenta las siguientes características de interés:

- Cilindros refrigerados por líquido y por aire.
- Cáster seco y lubricación forzada mediante deposito exterior de aceite de 3 litros.
- Conjunto bielas-cigüeñal integral.

En el momento del accidente, según se especifica en los respectivos registros, la célula acumulaba 2310 horas y 24 minutos de vuelo, y el motor contaba con 2225 horas de funcionamiento.

En el momento del accidente, el horómetro de la aeronave marcaba 1923 horas.

La aeronave disponía de certificado de matrícula y de certificado de aeronavegabilidad restringido con categoría de escuela emitidos en noviembre de 2008.

1.6.2. Aspectos particulares de la aeronave

- La aeronave TECNAM P96 GOLF cuenta con una carlinga deslizante, la cual se bloquea y desbloquea con una palanca central, ubicada en la parte superior, y dos palancas laterales, ubicadas en cada uno de los laterales de la cabina.
- Los flaps de la aeronave TECNAM P96 GOLF son eléctricos. Para desplegarlos y replegarlos, es necesario accionar de forma continuada el interruptor que los gobierna.

1.6.3. Aspectos relacionados con el mantenimiento del motor

La última revisión de mantenimiento del motor fue llevada a cabo el 09-05-2022, fecha en que el horómetro de la aeronave marcaba 1898 h. Las tareas de mantenimiento fueron llevadas a cabo por AIR MONKEY MECH, entre las que se destacan las siguientes:

- Metrología completa del motor
- Sustitución de cárteres en motor
- Asentado de válvulas
- Rectificado de asiento de las culatas
- Rectificado de asiento de los cilindros
- Sustitución de juntas internas del motor
- Sustitución de semicasquillos del cigüeñal
- Sustitución de juego completo de taqués hidráulicos
- Revisión general completa de carburadores, ajuste mecánico y por vacío
- Sustitución del conjunto bielas-cigüeñal.

Las dos tareas de mantenimiento inmediatamente anteriores al 09-05-2022 fueron revisiones de 100 horas, sin nada que reseñar.

1.6.4. Aspectos relacionados con el histórico del motor

- El día del accidente, la aeronave montaba un motor ROTAX 912 ULS2 con S/N 4428502. Este motor había sido montado en la aeronave en mayo de 2017 con 450 horas de funcionamiento acumuladas.
- Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, en la última revisión de mantenimiento del 09-05-2022, llevada a cabo 25 horas antes del accidente, se sustituyó el conjunto bielas-cigüeñal que tenía instalado el motor por otro de

segunda mano, en base a la información proporcionada por el propietario y por el operador de la aeronave. Este conjunto bielas-cigüeñal de segunda mano tenía el S/N 22133.

- Se solicitó información a la Comisión de Investigación de Accidentes de Austria sobre el conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133. Informaron de que este conjunto bielas-cigüeñal estaba montado de origen en el motor con S/N 5645619, fabricado en octubre del 2005.
- Se solicitó información al taller donde se habían llevado a cabo trabajos de mantenimiento sobre el motor con S/N 5645619. Dicho taller, especializado en el mantenimiento de motores ROTAX, informó de que se realizaron trabajos de mantenimiento sobre dicho motor entre 2008 y 2010, y que, más tarde, en agosto de 2017 los propietarios llevaron de nuevo el motor al taller porque el conjunto bielas-cigüeñal S/N 22133 estaba fuera de tolerancias. Tras comprobar que así era, el personal del taller sustituyó el conjunto bielas-cigüeñal por otro. El conjunto bielas-cigüeñal S/N 22133 sustituido fue entregado a los propietarios.
- En mayo de 2022, el taller de mantenimiento AIR MONKEY MECH instaló el conjunto bielas-cigüeñal S/N 22133 en el motor que montaba la aeronave accidentada tras verificar que estaba dentro de tolerancias y tras una inspección visual favorable. No se conocían las horas de vuelo ni la fecha de fabricación del citado conjunto bielas-cigüeñal. El citado conjunto bielas – cigüeñal estaba montado en un motor que proporcionó el propietario de la aeronave al taller de mantenimiento AIR MONKEY MECH. Dicho motor fue comprado de segunda mano por el propietario sin información sobre la traza del mismo. Además del conjunto bielas – cigüeñal, también se montaron en el motor de la aeronave los dos semicárteres del motor de segunda mano, tal y como se indica en el punto 1.6.3.

1.6.5. Aspectos relacionados con el mantenimiento del motor prescritos con el fabricante:

De los manuales del fabricante del motor se extrae la siguiente información de interés:

- Tanto para el motor con S/N 4428502 como para el motor con S/N 5645619, la revisión mayor del motor se ha de llevar a cabo cada 1500 horas o 12 años.
- Los intervalos de tiempo contemplados para la realización de las tareas de mantenimiento programado del Manual de Mantenimiento se han de hacer cada 50 h, 100 h/año, 200 h, 400 h, 600 h y 1000 h, y entre dichas tareas, no hay ninguna de que implique la revisión del conjunto bielas-cigüeñal.
- El conjunto bielas-cigüeñal se inspecciona en la revisión mayor del motor, en el caso en que se produzca un golpe de la hélice contra el suelo o cuando se exceden unas determinadas rpm en operación. En los dos últimos casos, esta inspección consiste en una inspección visual y en la medición de tolerancias.
- Los manuales de mantenimiento ligero y de mantenimiento pesado indican que se ha de reemplazar el conjunto bielas-cigüeñal solamente en el caso de que las rpm hayan excedido de 6500 o en el caso de que la presión de aceite haya bajado en vuelo por debajo de los 0,5 bares.

- El manual de revisión mayor indica que el conjunto bielas-cigüeñal es una pieza 100% reemplazable y debe ser reemplazada sin excepción durante una revisión completa.

Cabe destacar que el citado manual de revisión mayor es de difusión restringida (solo está disponible en la web bajo petición, al contrario de los manuales de mantenimiento ligero y de mantenimiento pesado, que son de difusión pública).

1.7. Información meteorológica

No se dispone de información meteorológica significativa en las proximidades del aeródromo.

En el mapa de baja cota de las 18 UTC proporcionado por AEMET, mostrado en la figura 3 (con validez tres horas antes y después de la citada hora), se indica que sobre la zona del accidente no se esperaba ningún fenómeno significativo para la aviación.

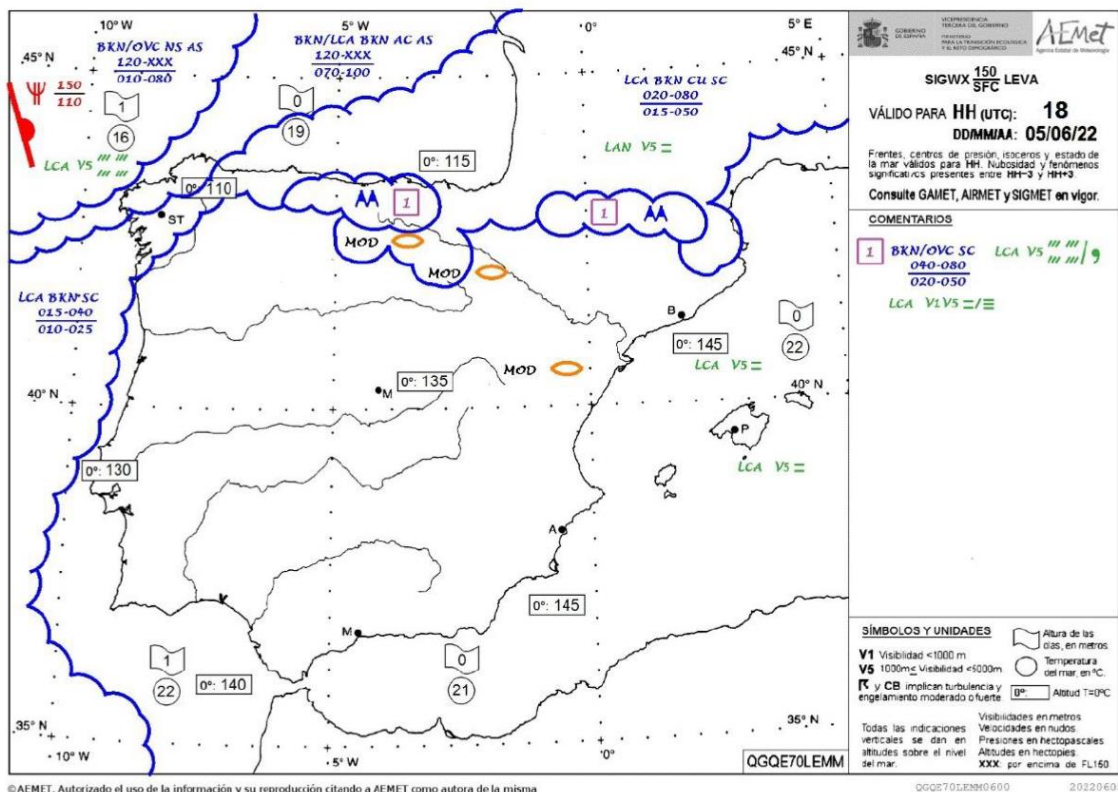


Figura 3: Mapa significativo de baja cota proporcionado por la AEMET.

En cuanto a la información recabada por el piloto antes del vuelo, las condiciones meteorológicas eran favorables el día del accidente. La información fue recabada de la estación meteorológica existente en el aeródromo, a la que se accede a través de la página web del aeroclub. También recabó información de aplicaciones móviles de meteorología.

Por lo tanto, las condiciones meteorológicas no eran limitativas para la operación.

Por último, según se ha recabado de la página web del IGN, el ocaso para el día 05-06-2022 estaba previsto para las 21:24 h.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

Se recibieron por parte de la CITAAM las comunicaciones mantenidas entre APP de la base aérea de San Javier, la aeronave accidentada (EC-FO7) y otra aeronave que sobrevolaba la zona (EC-FH8).

A las 20:50 h, el piloto de la aeronave EC-FO7 contactó con APP de la base aérea de San Javier declarando situación de emergencia por parada de motor. El controlador copió la información y le preguntó por los ocupantes a bordo, a lo que el piloto respondió que dos.

Segundos después, el piloto de la aeronave EC-FH8 llamó al controlador informando de que había oído la comunicación de la aeronave EC-FO7. El controlador le indicó la posición aproximada de la aeronave EC-FO7, y, una vez que el piloto de la aeronave EC-FH8 copió la información, solicitó permiso al controlador para dirigirse a esa ubicación, obteniendo una respuesta afirmativa.

Minutos después, el piloto de la aeronave EC-FH8 transmitió al controlador las coordenadas de la posición donde había caído la aeronave.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Los Garranchos es un aeródromo de uso restringido situado en el término municipal de San Javier (Murcia). Este aeródromo es de carácter privado, siendo el gestor y el operador el aeroclub Mar Menor.

El aeródromo de Los Garranchos dispone de una pista de asfalto de unos 290 metros de longitud entre umbrales, con denominación 06-24. La elevación del campo es de 90 msnm.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo o registrador de la voz en el puesto de pilotaje por no exigirlo la reglamentación aeronáutica pertinente.

No obstante, se proporcionó por parte de la CITAAM la traza radar de la aeronave, corroborando la información proporcionada por el piloto, incluida en el punto 1.1.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

La aeronave aterrizó de emergencia en un campo de labor constituido por caballones, situado en el término municipal de Pilar de la Horadada (Alicante/Alacant).



Figura 4: Vista cenital del lugar del accidente proporcionada por la aeronave EC-FH8.

Cuando se accedió al lugar del accidente, se pudo comprobar que la aeronave y el motor habían sido precintados por la Guardia Civil, manteniendo la misma posición que tenían tras el accidente.



Figura 5: Aeronave accidentada.

En la inspección de campo se pudo recabar la siguiente información:

- El depósito de aceite estaba vacío.
- Los conductos de lubricación estaban en buen estado, sin fugas y bien sujetos en sus posiciones. Al cortar alguno de los tubos para liberar el motor, se observó que salía aceite de su interior.
- El motor estaba cubierto de aceite.

- El depósito del refrigerante estaba lleno, así como el radiador. El líquido refrigerante presentaba un buen aspecto.
- Había combustible en los depósitos de la aeronave.
- Las cubetas de los carburadores tenían combustible.
- Se observó un agujero en el cárter.
- La aeronave presentaba roturas en la pata de morro y en la pata derecha del tren de aterrizaje, en la hélice, en la parte delantera del fuselaje y en la bancada y varios componentes del motor.

El resto de la aeronave mantenía su estructura y características intactas, sin mostrar daños aparentes.

Tras la inspección en campo, se procedió a desinstalar el motor para llevar a cabo una inspección detallada del mismo en un taller especializado en motores ROTAX. Durante la desinstalación y transporte, se observó que había aceite en el interior del motor.



Figura 6: Daños observados en el lugar del accidente.

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 se encontraron rastros de incendio en vuelo o después del impacto.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función y el habitáculo de cabina mantuvo su integridad estructural.

Cabe destacar los siguientes puntos:

- El piloto no abrió la carlinga durante el procedimiento de emergencia tal y como refleja el correspondiente procedimiento en el Manual de Vuelo (ver punto 1.18.2). Cuando se le preguntó acerca de ello, el piloto indicó que, si aplicas el procedimiento para desbloquear y abrir la carlinga, esta se queda libre para deslizar atrás y adelante al no tener bloqueo. De esta manera, en un aterrizaje de emergencia, la carlinga podría deslizar libremente ante una fuerte aceleración, con el riesgo de que los ocupantes reciban un fuerte golpe en la cabeza a modo de guillotina. El piloto afirmó asimismo que es consciente que dejar la carlinga cerrada conlleva también un riesgo porque se podría deformar si el aterrizaje de emergencia es violento, pero el piloto considera que es un mal menor respecto a tener una carlinga moviéndose libremente durante un aterrizaje de emergencia.
- El piloto reparó tras el aterrizaje de emergencia en que las llaves de paso de combustible estaban abiertas. Es consciente de que tenía que haberlas cerrado antes de tomar.

Tras el accidente, el piloto y el pasajero salieron por su propio pie e ilesos, sin requerir atención médica.

1.16. Ensayos e investigaciones

Tras la inspección de los restos en el lugar del accidente, se desinstaló el motor de la aeronave y se procedió a su desmontaje e inspección en un taller especializado en motores ROTAX.

A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes:

- Se comprobó que el tornillo magnético tenía algunas virutas.
- Las bujías tenían un color aceptable y buen aspecto.
- Se comprobó que había poco aceite en el filtro.
- Se procedió al desmontaje de la bomba de aceite. Se comprobó que había poco aceite en el interior. La bomba presentaba un buen aspecto.
- Se procedió al desmontaje de la reductora. Se comprobó que había una cantidad de aceite aceptable en el interior. La reductora presentaba un buen aspecto.
- El cárter presentaba dos agujeros en la zona del cilindro #2, uno por la zona superior y otro por la zona inferior:

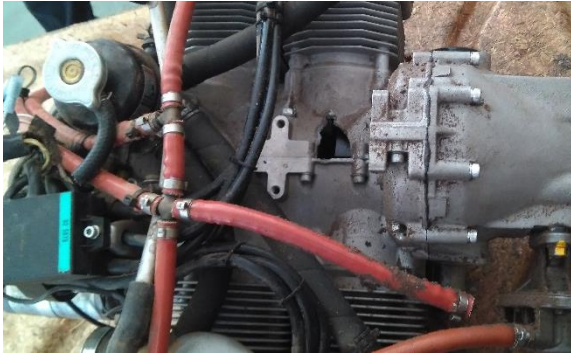


Figura 7: Detalle rotura cárter (1).



Figura 8: Detalle rotura cárter (2).

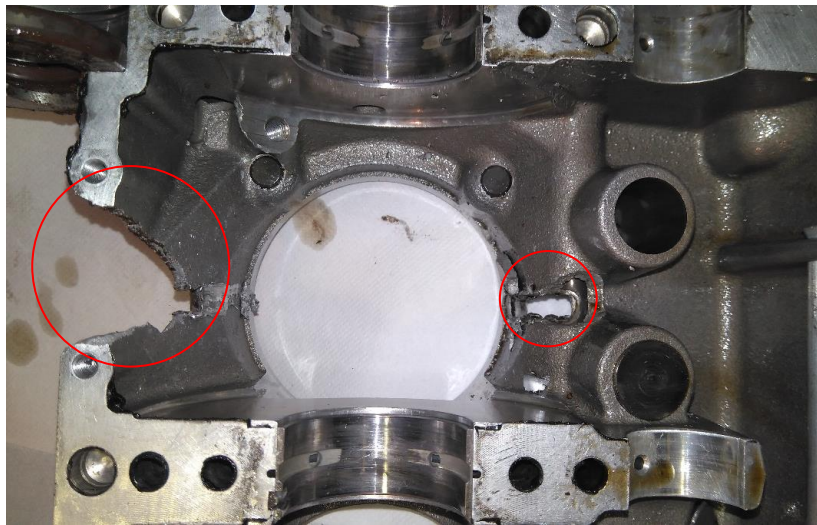


Figura 9: Detalle rotura cárter (3).

- Al abrir el cárter, se observó que la biela del cilindro #2 estaba rota de cuajo por el pie. Se observó también que esta biela estaba retorcida y que interfería con el cigüeñal. La biela del cilindro #1 también estaba retorcida alrededor de su eje.



Figura 10: Detalle rotura de la biela (lado del pie).



Figura 11: Detalle rotura de la biela (lado de cuerpo).

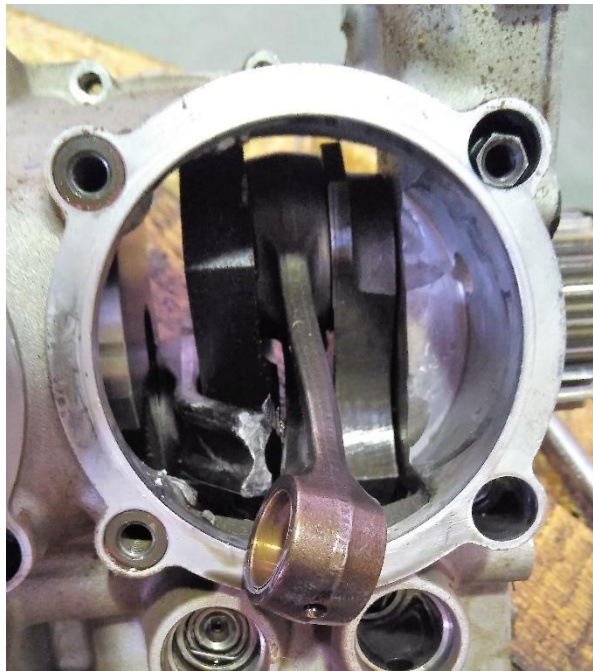


Figura 12: Detalle de la biela #1 y de la interferencia de la biela #2 con el cigüeñal.

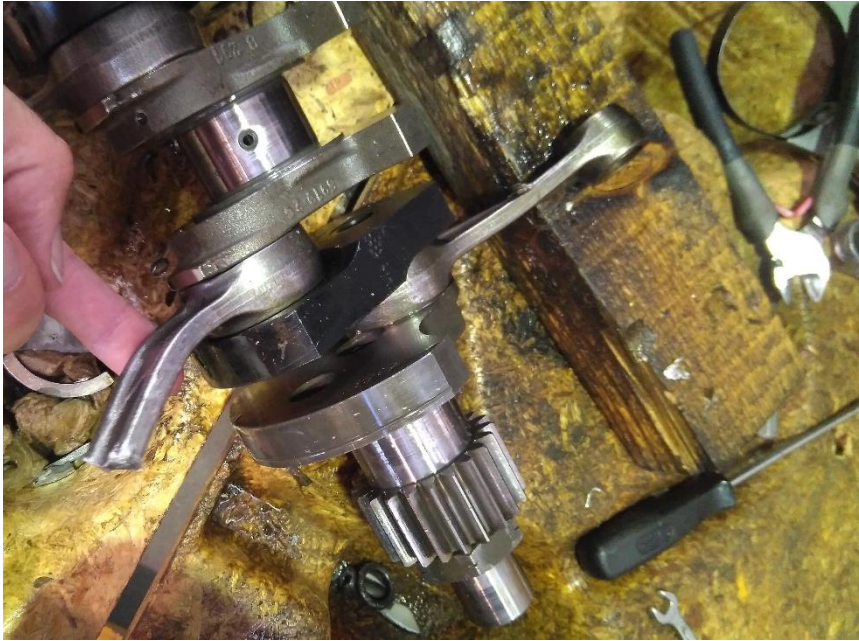


Figura 13: Detalle rotura de la biela (vista general).

- Se observaron huellas de mordaza en el cigüeñal:

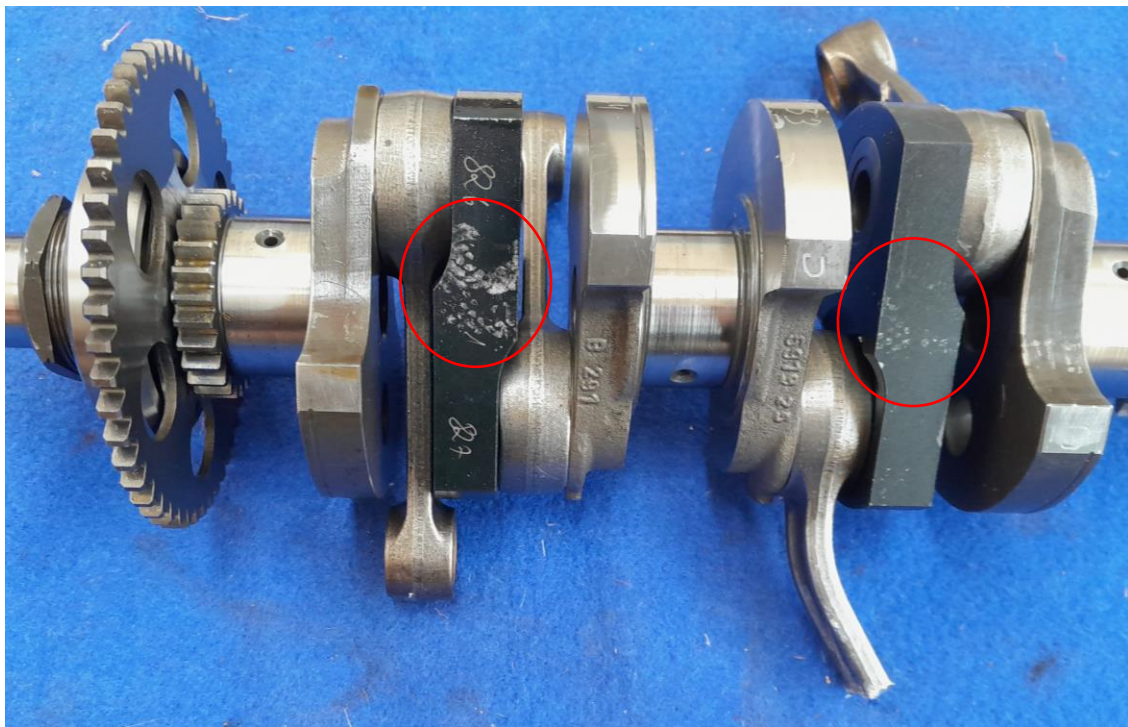


Figura 14: Detalle del cigüeñal.

- Se observó que la parte inferior de las camisas de los cilindros #1 y #2 y la falda de los pistones #1 y #2 presentaban varias roturas:



Figura 15: Detalle rotura de la camisa del cilindro y del pistón #2.



Figura 16: Detalle rotura de la camisa del cilindro y del pistón #1.

- Se observó que la cabeza del pistón #2 presentaba signos de haber golpeado contra la válvula de admisión y de escape.
- Los cilindros #1 y #3 estaban encharcados de aceite.
- Se comprobó que los ocho taqués hidráulicos presentaban un buen estado.
- Se comprobó que las culatas y los pistones tenían buen aspecto (al margen de las roturas consecuencia de la parada de motor).
- No se observó ningún síntoma de gripaje en el motor. La rotación de los pies de las bielas era suave alrededor de sus respectivos bulones, así como la rotación de las cabezas de las bielas en el cigüeñal, con presencia de aceite en estos puntos. Se observaron también restos de aceite por el árbol de levas.
- No se observó ningún síntoma de sobrecalentamiento en el motor.

1.17. Información organizativa y de dirección

El propietario y operador de la aeronave es el aeroclub Mar Menor.

El aeroclub Mar Menor realiza actividades de escuela de ULM (aprobación de AESA ULM-0039), vuelos turísticos y de introducción, entre otros.

Vuelan dentro del CTR de San Javier con una carta de acuerdo.

1.18. Información adicional

1.18.1. Información recabada de un taller autorizado por ROTAX para hacer trabajos de mantenimiento a motores ROTAX:

No es necesario extraer el conjunto bielas-cigüeñal del motor para comprobar si está dentro de tolerancias.

1.18.2. Aspectos relacionados con el procedimiento de emergencia contemplado en el Manual de Vuelo para parada de motor:

En el Manual de Vuelo de la aeronave se indican los siguientes pasos a la hora de gestionar una emergencia por parada de motor:

1. Establecer la velocidad de planeo óptima (60 kt / 111 km/h).
2. Seleccionar el campo más adecuado para el aterrizaje de emergencia, con viento en cara si es posible.
3. Cerrar llaves de paso del combustible.
4. Apagar las magnetos.
5. Ajustar cinturones de seguridad, quitar la cerradura de seguridad y abrir las puertas.
6. Flaps: A discreción según se necesite.
7. Cuando se esté listo para aterrizar, desconectar la energía de la aeronave.

Respecto al quinto paso, cabe destacar que la carlinga de la aeronave TECNAM P96 GOLF se abre deslizándola hacia atrás, sin tener un sistema de bloqueo que la mantenga abierta.

1.18.3. Aspectos normativos de interés aplicables en la actualidad al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de los ultraligeros:

La legislación actual contempla los siguientes puntos de interés:

- El artículo 10b de la Orden de 14 de noviembre de 1988, por la que se establecen los requisitos de aeronavegabilidad para las Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM), establece que ha de existir *“Un libro de mantenimiento, en el cual el usuario deberá anotar las operaciones importantes que afecten al mantenimiento, tales como montajes, desmontajes, sustituciones de hélices y motores o reparaciones de los mismos. En la anotación se indicará la fecha y las horas de funcionamiento a las que se produce la incidencia”*.
- El artículo 12 de la Orden de 14 de noviembre de 1988, por la que se establecen los requisitos de aeronavegabilidad para las Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM), establece que *“El propietario será plenamente responsable del mantenimiento y conservación de la aeronavegabilidad de su aeronave”* y que *“La Dirección General de Aviación Civil se reserva el derecho de inspeccionar*

el estado de las aeronaves para comprobar sus condiciones de aeronavegabilidad, cuando lo considere oportuno”.

- El artículo 1 del RD 765/2022², de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM), establece un nuevo valor de peso máximo para que una aeronave sea considerada ultraligera, pasando de los 450 kg (+10% en aeronaves anfibas) a los 600 kg (650 kg para aeronaves anfibas).
- La disposición adicional primera del RD 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM), establece que *“Se habilita a la persona titular del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para dictar las disposiciones de desarrollo de lo previsto en este real decreto, en particular en materia de aeronavegabilidad”.*

Por último, cabe destacar que la legislación actual no hace ninguna distinción entre aeronaves ultraligeras privadas y aeronaves ultraligeras de escuela ni de otros usos de carácter comercial en cuanto al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada.

1.18.4. Información en relación a la reunión mantenida con AESA:

Se mantuvo una reunión con AESA para recabar más información respecto a lo expuesto en el punto anterior. A continuación, se presenta la información más relevante:

- A colación de la disposición adicional primera del RD 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM), AESA está preparando un borrador de RD de desarrollo de dicho RD 765/2022, que tiene previsto contemplar varios puntos relativos al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de los ultraligeros.
- En este borrador de RD de desarrollo del RD 765/2022 se ha contemplado por parte de AESA la posibilidad de distinguir entre el mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de un ultraligero de uso privado y el mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de un ultraligero de uso de escuela.
- Como norma general, AESA no inspecciona la aeronavegabilidad continuada de las aeronaves ultraligeras, independientemente de que sean aeronaves privadas o aeronaves de escuela. Puntalmente, si AESA así lo considera pertinente (por ejemplo, para la puesta en servicio de una aeronave tras un accidente), sí que realiza una inspección de la aeronavegabilidad de la aeronave.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

² El Real Decreto 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM), no estaba vigente el día del accidente, sino que entró en vigor tres meses y medio después.

2. ANÁLISIS

Se llevó a cabo el análisis de los siguientes puntos:

- Análisis de la gestión de la emergencia.
- Análisis de la parada de motor.
- Análisis de la situación normativa actual de las aeronaves ultraligeras con relación al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada.

2.1. Análisis de la gestión de la emergencia:

Respecto a la gestión de la emergencia, hay que reseñar el hecho de que el piloto no llevara a cabo tres de los pasos del procedimiento de emergencia en caso de parada de motor (ver punto 1.18.2), en particular, el cierre de las llaves de combustible, la desconexión eléctrica de la aeronave y la apertura de la carlinga.

En cuanto al primero y al segundo, se considera de capital importancia el asegurarse de que las llaves de combustible estén cerradas y de que no haya energía eléctrica en la aeronave para evitar, respectivamente, que se produzca un derrame de combustible y que se produzca una chispa que propicie la ignición de la gasolina, y así minimizar el riesgo de incendio. No obstante, en relación a la desconexión eléctrica de la aeronave, teniendo en cuenta, por un lado, las circunstancias de la aproximación, que obligaron a iniciar el despliegue los flaps en el último momento debido a los obstáculos existentes en el entorno de la zona donde se llevó a cabo el aterrizaje de emergencia, y por otro lado, el propio funcionamiento de los flaps, expresado en el punto 1.6.2, se considera que el piloto tuvo escaso margen para proceder a la desconexión eléctrica de la aeronave antes de que esta aterrizara de emergencia, teniendo en cuenta la poca distancia que existe entre los citados obstáculos y el lugar de la toma y que los flaps tardan varios segundos en desplegarse.

En cuanto al tercero, tal y como expuso el piloto (ver punto 1.15), se considera que abrir la carlinga cuando no existe un bloqueo para impedir el desplazamiento de esta puede resultar contraproducente habida cuenta de las grandes aceleraciones que puede experimentar una aeronave durante un aterrizaje de emergencia, con el consecuente riesgo de que alguno de los ocupantes de la aeronave pueda recibir un golpe en la cabeza, por lo que se emitirá una recomendación de seguridad al respecto al fabricante de la aeronave.

2.2. Análisis de la parada del motor:

A pesar de que el depósito de aceite estaba vacío y de que la bomba y el filtro tenían poca cantidad de aceite, se descarta un gripaje del motor dado que:

- Se encontraron pruebas de que el motor estaba internamente lubricado.
- La naturaleza de los daños encontrados, expuestos en el punto 1.16, no son los asociados a un gripaje.
- Las virutas encontradas en el tornillo magnético estaban dentro de lo que se considera aceptable.

Por lo tanto, se considera que la poca presencia de aceite en el depósito, filtro y bomba fue consecuencia del accidente y de la posición en la que quedó el motor tras el mismo y/o la posición en la que se preservó el motor antes de su inspección.

Por otro lado, según se ha expuesto en el punto 1.6.3, el conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133 (el cual llevaba instalado el motor de la aeronave el día del accidente) estaba montado originalmente de fábrica en otro motor, con S/N 5645619. Este motor con S/N 5645619 fue trasladado en agosto de 2017 a un taller especializado en motores ROTAX para su inspección debido a que el conjunto bielas-cigüeñal estaba fuera de tolerancias. Tras su inspección en el taller, se concluyó que el estado del conjunto bielas-cigüeñal no era adecuado, por lo que se extrajo del motor y se sustituyó por otro.

Si bien el taller de mantenimiento no registró el S/N del conjunto bielas-cigüeñal que extrajeron en agosto de 2017 del motor con S/N 5645619, se considera que lo más probable es que se tratara del conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133 (el que llevaba instalado originalmente de fábrica), dado que:

- Según se expuso en el punto 1.6.4, el conjunto bielas-cigüeñal es un elemento que solo se inspecciona en la revisión general del motor cada 1500 horas o cada 12 años, ante un golpe de la hélice contra el suelo o al exceder el motor unas determinadas rpm.
- Según se expuso en el punto 1.18.1., no es necesario extraer el conjunto bielas-cigüeñal del motor para ver si está fuera de tolerancias.

Por lo tanto, se considera que el conjunto bielas-cigüeñal que se extrajo en agosto de 2017 era el conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133.

A partir de agosto de 2017, este conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133, definido como no aeronavegable por el taller autorizado en motores ROTAX, dejó de formar parte del motor con S/N 5645619, donde estaba instalado originalmente de fábrica.

Entre 2017 y 2022, no se dispone de traza alguna del conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133 hasta que, en mayo de 2022, durante una revisión general de mantenimiento, se instaló en el motor que montaba la aeronave el día del accidente (motor con S/N 4428502) tras comprobar que estaba dentro de tolerancias y tras una inspección visual favorable, aunque no se conocía ni las horas de vuelo, ni la fecha de fabricación, ni el histórico de mantenimiento del citado conjunto bielas-cigüeñal.

Transcurridas 25 horas de vuelo tras dicha revisión general, se produjo la rotura de la biela #2 del conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133. Esta rotura provocó otra serie de roturas y deformaciones internas en cadena que provocaron que el conjunto bielas-cigüeñal quedara trabado, y, por tanto, la parada de motor.

Se considera que lo más probable es que el conjunto bielas-cigüeñal con S/N 22133 estuviera dentro de tolerancias cuando se instaló en el motor en mayo de 2022 porque se han encontrado indicios que muestran que es muy probable que fuera manipulado en base a las huellas de mordaza encontradas (ver figura 14). Se considera que esa manipulación pudo haber corregido las desviaciones existentes de manera que el conjunto bielas-cigüeñal volviera a estar dentro de tolerancias.

Dado que se considera que el taller de mantenimiento no habría instalado un conjunto bielas-cigüeñal que había sido declarado como no aeronavegable por un taller

especializado en motores ROTAX años atrás, a pesar de que estuviera dentro de tolerancias y visualmente aceptable, se infiere que el desconocimiento de la traza del conjunto bielascigüeñal propició que una pieza carente de la documentación que acreditara su aeronavegabilidad acabara instalada en el motor de la aeronave accidentada.

2.3. Análisis de la situación normativa actual de las aeronaves ultraligeras en relación al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada:

Teniendo en cuenta lo expresado en el punto 1.18.3, la normativa actual española básicamente contempla los siguientes puntos con relación al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de las aeronaves ultraligeras:

- 1) Se establece como responsable del mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada al propietario de la aeronave.
- 2) La autoridad en materia de inspección de las aeronaves ultraligeras (AESA a día de hoy) se reserva el derecho de poder realizar inspecciones para determinar la aeronavegabilidad de las aeronaves. Según la reunión llevada a cabo con AESA, estas inspecciones, en general, no se suele llevar a cabo, tan solo en situaciones puntuales, como, por ejemplo, la puesta en marcha de una aeronave tras un accidente.
- 3) No existe ninguna diferencia entre los requisitos impuestos en materia de aeronavegabilidad continuada a aeronaves ultraligeras de uso privado y los requisitos impuestos en materia de aeronavegabilidad continuada a las aeronaves ultraligeras de escuela ni otros usos de carácter comercial. De esta manera, hoy en día, los requisitos normativos para el mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de un ultraligero de uso privado son exactamente los mismos que para el mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de un ultraligero de uso para actividad de escuela, la cual genera una remuneración económica a la escuela y conlleva el uso de la aeronave por alumnos, terceras personas ajenas a la organización.
- 4) Existe la obligación por parte del propietario de la aeronave de llevar un registro (libro de mantenimiento) en el que se deben anotar todos los trabajos de mantenimiento, reparaciones, montajes, desmontajes y sustituciones que se hacen sobre la aeronave y sus componentes.
- 5) No existe ningún requisito en cuanto a la comprobación del estado de la aeronavegabilidad, traza y vida útil de un componente usado previo a la instalación de componentes usados en aeronaves ultraligeras, independientemente de que se trate de una aeronave ultraligera de uso privado o una aeronave ultraligera de escuela u otros usos de carácter comercial.

Por lo tanto, en base a lo anterior, no se considera adecuado el hecho de que la normativa actual no distinga entre un uso privado y un uso con carácter comercial de una aeronave ultraligera en cuanto a lo exigido para mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada, habida cuenta de que:

- En las operaciones comerciales hay implicadas terceras personas ajenas a la organización (alumnos, clientes...).
- Que el RD 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM), ha previsto un aumento de peso por el cual aeronaves que antes no eran consideradas aeronaves ultraligeras ahora sí que lo son, con lo que, indirectamente, aumentará el número de aeronaves ultraligeras en el espacio aéreo nacional.

De esta manera, ante el aumento del número de aeronaves ultraligeras operando, y, por ende, de aeronaves ultraligeras usadas con propósito de escuela y comerciales, en el marco del nuevo borrador de RD que está redactando AESA como desarrollo del reciente RD 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de los (ULM), se considera oportuno emitir una recomendación de seguridad a AESA, como órgano encargado de promover el desarrollo y establecimiento de las normas aeronáuticas en materia de seguridad aérea, en relación al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de, al menos, las aeronaves ultraligeras utilizadas para actividades con carácter comercial (actividades de escuela, vuelos turísticos, vuelos de introducción, etc.), con el objetivo de que la incluya en citado borrador de RD de desarrollo del RD 765/2022.

Por último, se considera apropiado que AESA lleve a cabo la elaboración y divulgación de un tríptico informativo en el cual se recojan los requisitos más relevantes contemplados en la normativa y una serie de principios de buenas prácticas en relación al mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de las aeronaves ultraligeras, teniendo en cuenta la normativa de aplicación actual y el futuro RD de desarrollo del RD 765/2022, de 20 de septiembre, por el que se regula el uso de aeronaves motorizadas ultraligeras (ULM).

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- El motor de la aeronave accidentada llevaba instalado un conjunto bielas-cigüeñal que no era el original de fábrica y carente de documentación que acreditase su trazabilidad.
- El conjunto bielas-cigüeñal que llevaba instalado el motor de la aeronave accidentada correspondía originalmente a un motor ROTAX 912 ULS2 fabricado en octubre de 2005.
- El conjunto bielas-cigüeñal que llevaba instalado el motor de la aeronave accidentada fue inspeccionado en un taller especializado en motores ROTAX en 2017, donde se concluyó que no era apto para el servicio, por lo que se extrajo del motor que lo llevaba instalado en aquel momento y se sustituyó por otro.
- El conjunto bielas-cigüeñal que llevaba instalado el motor de la aeronave accidentada sufrió la rotura de una de las bielas por el pie, lo cual provocó una serie de roturas y deformaciones internas que provocaron en última instancia que el conjunto bielas-cigüeñal quedara trabado, sin poder girar.
- El motor no presentaba ningún síntoma de gripaje.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

La investigación ha determinado que la causa probable del accidente fue el aterrizaje de emergencia ocasionado por la parada del motor fuera de campo debido a la rotura de una de las bielas del motor.

Se considera factor contribuyente el hecho de que el motor llevaba instalado un conjunto bielas-cigüeñal que había sido considerado como no aeronavegable por un taller especializado en motores ROTAX.

4. RECOMENDACIONES

- 4.1. El Manual de Vuelo de la aeronave contempla una serie de pasos a seguir en caso de aterrizaje de emergencia por parada de motor, los cuales se han indicado en el punto 1.18.2, uno de dichos pasos indica que es necesario ajustar los cinturones de seguridad, quitar la cerradura de seguridad y abrir las puertas. Tal y como se ha expuesto en el punto 2.1, se considera que abrir la carlinga en caso de aterrizaje de emergencia por parada de motor, habida cuenta de que en esta aeronave no existe ningún bloqueo para impedir el desplazamiento de la carlinga, puede resultar peligroso para los ocupantes de la aeronave, teniendo en cuenta las grandes aceleraciones que puede experimentar una aeronave durante un aterrizaje de emergencia. Por lo tanto, se emite la siguiente recomendación al fabricante de la aeronave:

REC 39/23. Se recomienda a Costruzioni Aeronautiche TECNAM que valore el modificar el procedimiento de aterrizaje de emergencia por fallo motor a fin de mitigar el riesgo derivado de un posible libre desplazamiento de la carlinga durante un aterrizaje de emergencia.

- 4.2. Se considera que ningún taller que realice mantenimiento de aeronaves ultraligeras debería instalar piezas sin conocer su trazabilidad, ni su historial de mantenimiento, por lo que se emite la siguiente recomendación de seguridad a AIR MONKEY MECH:

REC 40/23. Se recomienda a AIR MONKEY MECH que, de acuerdo con los estándares aeronáuticos, se abstenga de instalar ningún componente en ninguna aeronave sin disponer de toda su documentación que permita conocer su estado de aeronavegabilidad, su traza o su vida útil, así como reflejar estos datos en el libro de mantenimiento de la aeronave y/o motor.

- 4.3. En base a lo expresado en el punto 2.3, se emite la siguiente recomendación de seguridad a AESA, como órgano encargado de promover el desarrollo y establecimiento de las normas aeronáuticas en materia de seguridad aérea, así como de los procedimientos para su aplicación:

REC 41/23. Se recomienda a AESA que incluya en el futuro Real Decreto de desarrollo normativo del RD 765/2022, la necesidad de que AESA elabore un plan de inspección de la aeronavegabilidad continuada de toda aeronave ultraligera de escuela o concebida para un uso comercial de manera que toda aeronave que cumpla lo anterior sea inspeccionada física y documentalente, incluyendo las actividades de mantenimiento, especialmente en lo referente a la utilización de piezas usadas.

- 4.4. Se considera necesario emitir una recomendación de seguridad a ROTAX para que incluya o enfatice, según el caso, las advertencias existentes en el Manual de Mantenimiento Ligero y Pesado con relación a que ciertas tareas de mantenimiento solo pueden ser llevados a cabo por centros directamente autorizados por ROTAX con alcance para la realización de los mismos. Por lo tanto, se emite a ROTAX la siguiente recomendación de seguridad:

REC 42/23. Se recomienda a ROTAX que incluya, en aquellas secciones del Manual de Mantenimiento Ligero y del Manual de Mantenimiento Pesado en las que se describan trabajos de mantenimiento que solo pueden ser llevados a cabo por centros directamente autorizados por ROTAX con alcance para la realización de los mismos, recordatorios advirtiéndolo de ello, o que los enfatice en el caso de que ya existan.