

CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL

Informe técnico ULM A-010/2014

Accidente ocurrido el domingo día
08 de junio de 2014 a la aeronave
ULM Moragon M1 de matrícula EC-E13,
al sur de la ciudad de Gijón (Asturias)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

ULM A-010/2014

**Accidente ocurrido el domingo
día 08 de junio de 2014 a la aeronave
ULM Moragon M1 de matrícula EC-EI3,
al sur de la ciudad de Gijón (Asturias)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-16-397-7

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: ciaiac@fomento.es
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6
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.º 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	v
Sinopsis	vi
1. INFORMACION FACTUAL	1
1.1. Antecedentes del vuelo.....	1
1.2. Lesiones personales.....	2
1.3. Daños a la aeronave.....	2
1.4. Otros daños	2
1.5. Información sobre el personal	2
1.5.1. Piloto	2
1.5.2. Acompañante	3
1.6. Información sobre la aeronave ultraligera.....	3
1.6.1. Información general.....	3
1.6.2. Registro de mantenimiento	4
1.7. Información meteorológica	4
1.8. Ayudas para la navegación.....	5
1.9. Comunicaciones.....	5
1.10. Información de aeródromo.....	5
1.11. Registradores de vuelo	5
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto.....	5
1.13. Información médica y patológica.....	6
1.14. Incendio.....	6
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	6
1.16. Ensayos e investigaciones.....	6
1.16.1. Desmontaje y examen del motor.....	6
1.16.2. Intercambio de información con el fabricante del motor.....	7
1.17. Información sobre organización y gestión.....	9
1.18. Información adicional.....	10
1.18.1. Antecedentes de la aeronave.	10
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	10
2. ANALISIS	11
2.1. Generalidades.....	11
2.2. Aeronave y motor.....	11
2.3. Compendio.....	13
3. CONCLUSIONES	15
3.1. Constataciones	15
3.2. Causas/factores contribuyentes	15
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	16

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
° C	Grado(s) centígrado(s)
AAE	Asociación de Aviación Ligera
AEPAL	Asociación Española de Pilotos de Aeronaves Ligeras
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AOPA	Asociación de Propietarios y Pilotos de Aeronaves ("Aircraft Owners and Pilots Association")
ATSB	Australian Transportation Safety Board
E	Este
FH	Horas de vuelo
ft	Pie/s
h	Hora(s)
HP	Caballos de potencia
hPa	Hectopascal(es)
Kg	Kilogramo(s)
Kt	Nudo(s)
l	Litro (s)
m	Metro/s
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MHz	Megahercio
Mm	milímetros
Mph	Millas por hora
N	Norte
PPL	Licencia de piloto privado
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
Rpm	Revoluciones por minuto
S	Sur
s	Segundo(s)
S/N	Número de serie
TULM	Licencia de piloto de ultraligero
ULM	Aeronave ultraligera motorizada

Sinopsis

Propietario	Pulgar y Suarez S.L
Operador:	Club deportivo básico Aeroclub La Morgal.
Aeronave:	Moragon M-1, EC-EI3
Fecha y hora del accidente:	Domingo, 08 de junio de 2014, 13:00 hora local
Lugar del accidente:	Pradera al sureste de la ciudad de Gijón (Asturias)
Personas a bordo:	2, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación general - Privado
Fecha de aprobación:	27 de Junio de 2016.

Resumen del suceso:

En un vuelo local desde el Aeródromo de La Morgal, con una duración estimada de 45 minutos y volando al sur de Gijón, se iniciaba el regreso al campo cuando se produjo una parada súbita del motor.

El piloto mantuvo una velocidad idónea de planeo, buscó y eligió una pradera en una ladera ascendente en dirección suroeste para una toma de emergencia y a continuación intentó hasta tres veces sin éxito el arranque de nuevo del motor.

La aeronave ultraligera impactó con el plano izquierdo contra un árbol de escaso porte en la linde de la pradera elegida, la aeronave giró en su trayectoria más de 180° a la izquierda y se desplazó de costado unos 30 metros, girando sobre si misma hasta sobrepasar el rumbo opuesto a la aproximación. Esta sufrió daños por el impacto en su plano izquierdo, el estabilizador horizontal derecho se arrancó y el fuselaje quedó seccionado parcialmente por detrás de la cabina de vuelo. El piloto y acompañante no sufrieron lesiones.

El fallo del motor fue debido a la rotura del piñón de 22 dientes, unido al cigüeñal y volante de inercia en la parte posterior del motor, y que engrana con el árbol de levas, rotores del encendido y volante magnético.

Se consideran que fueron factores contribuyentes en el accidente:

- La implementación del Boletín de servicio JSB 012-2 con errores y deficiencias.
- La reutilización del piñón de 22 dientes en esta modificación.
- La utilización de una hélice diferente a la especificada en la hoja de datos del Certificado de Aeronavegabilidad de Tipo y que, además, no estaba aprobada por el fabricante del motor en la aeronave ultraligera.
- La exposición resultante del engranaje a tensiones cíclicas elevadas durante el funcionamiento.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

Se efectuaba un vuelo local desde el Aeródromo de La Morgal con una duración estimada de 45 minutos. El piloto indicó que realizaron ambos ocupantes el chequeo pre-vuelo con resultado satisfactorio, comprobaron que el nivel de combustible a bordo estaba por encima de su media capacidad (35 litros) y por tanto con una autonomía superior a 2:30 horas y leyeron todas las listas de chequeo y prueba de motor con un buen resultado.

Despegaron por la pista 10, aproximadamente a las 12:25 horas, continuando luego con ese mismo rumbo a una velocidad indicada de entre 80 y 90 mph y manteniendo una altura mínima de 700 ft sobre el terreno. El vuelo continuó sin novedad hasta rebasar la ciudad de Gijón.

El piloto indicó que sobre el mar, al norte, estaba cubierto de nubes, y como soplaba viento del norte apreciaron que las nubes se acercaban por lo que decidieron regresar al aeródromo.

Unos minutos después de haber cambiado de rumbo, en vuelo recto y nivelado, a 900 ft de altura estimada, 85 mph y 2.700 r.p.m. del motor, de repente y sin ningún indicio previo, se produjo una caída total de potencia. El piloto mantuvo una velocidad idónea de planeo (60 mph), buscó y eligió un terreno apropiado para una toma de emergencia y a continuación intentó hasta tres veces sin éxito el arranque de nuevo del motor.



Figura 1. Aeronave ultraligera tras el evento y en el campo elegido para el aterrizaje de emergencia

El campo elegido para el aterrizaje era una ladera ascendente en dirección suroeste. La aeronave impactó con el plano izquierdo contra un árbol de escaso porte en la linde de la pradera elegida, la aeronave giró en su trayectoria más de 180° a la izquierda y se desplazó de costado unos 30 metros, girando sobre si misma hasta sobrepasar el rumbo opuesto a la aproximación.

La aeronave sufrió daños por el impacto en su plano izquierdo, el estabilizador horizontal derecho se arrancó y el fuselaje quedó seccionado parcialmente por detrás de la cabina de vuelo (ver figura 1). El piloto y acompañante no sufrieron lesiones.

1.2. Lesiones personales

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

1.3. Daños a la aeronave

Se produjo la rotura del fuselaje detrás de la cabina, la rotura del estabilizador y timón de profundidad derecho, la rotura parcial de la pata de morro y la rotura y desprendimiento del borde de ataque del plano izquierdo. Los daños se consideran importantes. La hélice ha quedado intacta.

1.4. Otros daños

Se produjo la rotura de varias ramas de los árboles de cerramiento de la pradera elegida para la toma de emergencia. También se produjeron daños sobre la hierba y superficie de la pradera por la caída y recorrido del avión sobre ella.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto

- Varón de 54 años de edad y nacionalidad Española.
- Licencias de vuelo: PPL(A) emitida en noviembre de 2002, válida hasta 18 de noviembre de 2014. Licencia de piloto de aeronave ultraligera motorizada, TULM, emitida en febrero de 2005, válida hasta el 15 de octubre de 2014.
- Experiencia de vuelo: 140 horas en avión y 40 h en aeronave ultraligera motorizada, ULM.

1.5.2. Acompañante

La acompañante era una mujer de 50 años de edad con licencia en vigor de piloto de ULM (TULM).

1.6. Información sobre la aeronave ultraligera.

1.6.1. Información general

- Marca: Aeromoragon
- Modelo: Moragon M-1
- Número de serie: M-1-04-022
- Matrícula: EC-EI3
- Año de construcción: 2005
- Propietario: Pulgar y Suarez S.L.
- Operador: Club deportivo básico Aeroclub La Morgal.
- Certificado de aeronavegabilidad restringido: Emitido el 11 de Marzo de 2014 en el Aeródromo de La Morgal y con validez indefinida.
- Motores, número/marca y modelo: uno (1) Jabiru, S/Nº 22A 1366, model Nº 2200A firing order 1-3-2-4
- Hélice modelo: Tonini GT
- Peso en vacío: 313 Kg
- Peso máximo al despegue: 450 kg
- Horas célula: 524:55 h
- Horas motor: 304:20 h

En la hoja de datos del Certificado de Aeronavegabilidad de Tipo se indica que el ultraligero se certificó con un hélice tractora tri-pala de madera, de paso fijo de 38 pulgadas y diámetro 58 pulgadas cuyo fabricante es Batalla. Sin embargo, el ultraligero, cuando fue adquirido por el actual propietario, ya llevaba instalada la hélice Tonini GT.

Se ha confirmado con la Agencia Estatal de Seguridad Aérea que no había constancia del cambio de hélice durante el tiempo que esta aeronave ULM lleva matriculada, desde el 29 de abril de 2005, a nombre de Asturias desde el Aire S.L.

Con fecha 22 de noviembre de 2012 la aeronave cambió de propiedad al propietario actual, Pulgar y Suarez S.L., y se anotó en su Cedula de Identificación. Un año más

tarde, el 11 de noviembre de 2013, se modificó de nuevo, permaneciendo el mismo propietario, pero asignando la aeronave al Club Deportivo Básico Aeroclub La Morgal como operador del ULM.

El actual propietario afirma que la aeronave ultraligera ya tenía instalada la hélice Tonini GT cuando fue adquirida y no la ha cambiado ni reparado, aunque si efectuó el equilibrado dinámico del conjunto motor-hélice.

1.6.2. Registro de mantenimiento

El historial del avión y motor se ha revisado y se ha establecido la secuencia de actuaciones de mantenimiento realizadas al mismo:

- En abril de 2012, a las 300 horas de vuelo del ULM, se efectuó una revisión general tras un fallo observado en el motor, en la que se encontró el volante de inercia flojo y como consecuencia las bobinas del generador dañadas o deterioradas. Durante esta revisión general, se implementó el Boletín de servicio JSB 012-2 erróneamente ya que se mecanizó incorrectamente el piñón de 22 dientes.
- En septiembre de 2012 se realizó una inspección del tipo 50 FH, cuando la aeronave llevaba 356 horas de vuelo.
- En abril de 2013 se realizó una nueva inspección de 50 FH, cuando la aeronave llevaba 403 horas de vuelo.
- En agosto de 2013 se realizó otra revisión de 50 FH, con la aeronave a 459 horas de vuelo.
- En marzo de 2014 se efectuó la revisión mayor de 500FH de aeronave y motor con equilibrado estático de la hélice. Se realizó una revisión general de la estructura del avión. La aeronave contaba con 513 horas de vuelo.

1.7. Información meteorológica

La tripulación indicó que al despegue las condiciones eran de techo y visibilidad ilimitados, con viento de componente norte, cruzado para el despegue por la pista 10, e intensidad suave, estimada en 5 kts. Durante el vuelo no hubo restricciones de visibilidad y decidieron regresar al campo ante la presencia al norte de Gijón y sobre el mar de formaciones nubosas, que por la dirección del viento podrían acercarse a su ruta e incluso alcanzar el campo de ULM's.

Los informes Metar en el aeropuerto de Asturias entre las 11:30 y las 13:30 horas fueron muy homogéneos con viento de dirección variable menor de 4 kts, visibilidad ilimitada, nubes escasas entre 2300 y 2500 ft, temperatura entre 19 y 20 °C, punto de rocío entre 10 y 11 °C y QNH de 1017 Hpa.

1.8. Ayudas para la navegación

No afectan.

1.9. Comunicaciones

La frecuencia radio asignada al aeródromo de La Morgal es la genérica de 123,500 Mhz. No se establecieron comunicaciones radio con otras aeronaves y/o centros de control diferentes a las realizadas para la coordinación del inicio del vuelo en la frecuencia del aeródromo.

Cuando se produjo la emergencia en el vuelo por fallo del motor, se comunicó ésta en la misma frecuencia, aunque no se obtuvo confirmación de su recepción.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de La Morgal, ubicado en Lugo de Llanera (Asturias), era la base habitual del ULM accidentado y de allí despegó en el vuelo local del evento.

El aeródromo tiene una altitud de referencia de 180 metros (590 ft) y dispone de una pista con orientación 10/28 de 930 metros de longitud por 30 metros de ancho con superficie asfaltada.

1.11. Registradores de vuelo

El ULM no disponía de registradores de vuelo ni es preceptivo que los llevase instalados.

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

El piloto eligió una pradera con pendiente ascendente para el aterrizaje de emergencia. Como no disponía de motor y tracción de la hélice, estimó equivocadamente la energía del avión e impactó contra los árboles de cerramiento de la pradera antes del contacto con el suelo. Este impacto se produjo principalmente con el plano izquierdo.



Figura 2. En primer término árboles y ramas rotas del cerramiento. Huellas sobre la pradera del recorrido de la aeronave.

Unos pocos metros más allá del inicio de la pradera quedaron en la hierba huellas de las ruedas del tren de aterrizaje. El avión recorrió unos 30 metros hasta su detención.

Durante el recorrido de la aeronave por la pradera, ésta fue virando hacia la izquierda, por el impacto con el plano izquierdo, hasta rebasar los 180° de giro y quedar orientada casi en sentido perpendicular al recorrido y mirando hacia la derecha de éste. También se dañó la pata de morro que rompió por el soporte de la rueda.

La hélice no sufrió ningún daño, confirmando que el motor había entrado parado cuando la aeronave llegó al contacto con el suelo.

1.13. Información médica y patológica

No se considera que estos aspectos tuvieran influencia en el desarrollo del evento.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El piloto y su acompañante no estuvieron expuestos a ningún impacto directo en la cabina del avión, ya que éstos fueron contra el plano izquierdo, con los árboles, y con el tren de aterrizaje. Los ocupantes del ultraligero no sufrieron ninguna lesión.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Desmontaje y examen del motor.

El motor de la aeronave es del fabricante Jabiru Aircraft & Engines Australia, modelo 2200 A, de 4 tiempos, refrigerado por aire, 4 cilindros horizontales opuestos. Su potencia nominal es de 80 HP a 3300 rpm. La hélice es de paso fijo y montada directamente sobre el cigüeñal del motor.

En el desmontaje y despiece del motor se pudo comprobar que al girar el motor a través de la puesta en marcha, giraba el plato de la hélice, pero no giraban los rotores en el interior de los distribuidores del sistema de encendido, con lo que se confirmó el fallo mecánico completo del motor en el vuelo del evento.

Se comprobó también que ninguna de las válvulas de los cilindros se movía al accionar el motor por lo que se pudo comprobar que el árbol de levas no giraba y se había producido la desconexión ó rotura de la transmisión entre el cigüeñal y este eje.



Figura 3. Volante de inercia y piñón en forma de vaso dañado

Se desmontó la placa soporte del alternador, en la parte trasera del motor, y el conjunto del volante de inercia y volante magnético, unidos al cigüeñal por 6 tornillos, y se encontró roto el piñón en forma de vaso de 22 dientes que transmite el movimiento del cigüeñal a otro engranaje de 44 dientes solidario con el árbol de levas y que transmite también giro a los rotores de los distribuidores del encendido (ver figura 3).

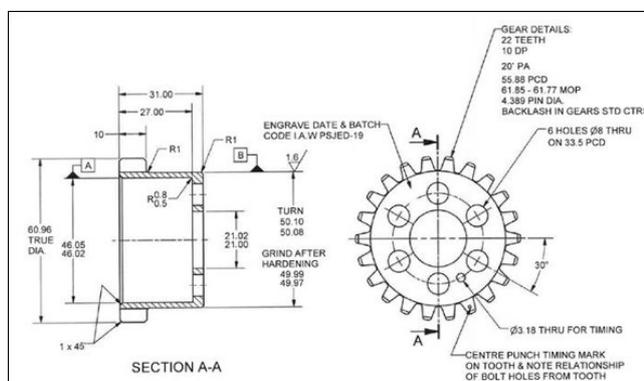
La rotura de este piñón, denominado gear crankshaft por el fabricante, produjo como consecuencia marcas y deformaciones en el extremo del cigüeñal, en los semi-cárteres traseros y en la placa trasera de anclaje del motor a la aeronave ultraligera. No se encontraron otras anomalías o daños en el motor que tuviesen relación con un posible fallo de funcionamiento.

1.16.2. Intercambio de información con el fabricante del motor.

Se contactó con el fabricante del motor, Jabiru Aircraft and Engines, a través de la autoridad de investigación de accidentes de Australia, ATSB, que ha ayudado en establecer las relaciones entre el fallo de motor y sus posibles causas. Se facilitaron todos los datos identificativos del motor y hélice, combustible usado e historial de mantenimiento de la aeronave ultraligera y el motor.

1.16.2.1. Fallos en servicio similares

En primer lugar facilitaron los datos reportados de fallos en servicio de este motor de los que disponían en la base de datos de ATSB – CASA (Autoridad de Seguridad de Aviación Civil de Australia), entre los que solamente aparecía un solo caso relacionado



Dibujo 1. Piñón de 22 dientes, versión vigente hasta 2004

con el evento que nos ocupa: fallo de dos tornillos de sujeción del volante de inercia encontrado durante su desmontaje. Sin aparente relación directa con la rotura del piñón de 22 dientes.

1.16.2.2. Examen del piñón roto

El fabricante confirmó que la pieza que se rompió, el piñón de 22 dientes, no se correspondía con la pieza fabricada y montada en el motor en origen el 06/12/2002. Estas diferencias se pueden contrastar entre el dibujo nº 1 y la figura nº 4. El propietario del ultraligero añadió dos perforaciones de un diámetro menor a los seis orificios de diámetro 08 mm para los tornillos de sujeción de la pieza original. Además el propietario reemplazó un pequeño agujero de 3,18 mm de diámetro para posicionamiento y ajuste de la pieza original por una de las nuevas perforaciones.



Figura 4. Piñón roto instalado en el motor.

1.16.2.3. Boletín de Servicio JSB 012

El fabricante informó que en 2004 este elemento fue mejorado incorporando tres nuevas perforaciones para las espigas, tal como se aprecia en un piñón nuevo actual, figura nº 5. Es más, en octubre del año 2006 Jabiru emitió un Boletín de Servicio, el JSB 012-1, cuyo objeto era la sujeción del volante de inercia al cigüeñal, y en el que se informaba de la posibilidad de rotura de los tornillos de sujeción.

En este Boletín se indica que la experiencia operacional ha mostrado que estos tornillos pueden ser afectados por la condición e instalación de la hélice. La presencia de vibraciones provenientes desde la hélice era la causa general indicada de estos fallos en servicio de los tornillos.

Los volantes de inercia están sujetos por seis tornillos, que en los motores iniciales de la serie 2200 eran de 1/4", mientras que en los posteriores y en la serie 3300 son de 5/16", hasta una posterior modificación en los motores más recientes



Figura 5. Piñón nuevo de sustitución

a 3/8". Estos tornillos luego fueron complementados con 3 espigas o pernos de 6 mm de diámetro (ver figura 5).

El fabricante indica que en la introducción de los tornillos de 5/16", como evolución del motor debido a la resolución de los problemas en servicio aparecidos, se ajustaron las tolerancias del espesor de la pared lateral del piñón. Posteriormente se introdujeron las espigas, denominadas dowel pins, para absorber la carga de torsión e incluso se aumentó el espesor de la pared del piñón en un milímetro.

El fabricante recomienda en este Boletín que todos los motores sean actualizados a las especificaciones actuales, con tornillos de 5/16" y las 3 espigas, en la siguiente revisión general de 2000 horas. Este Boletín inicial ha sido reeditado en junio de 2011, Issue 2, reemplazando a la primera edición.

El fabricante indica, por otra parte, que no es su práctica taladrar estos nuevos orificios para las espigas sobre el piñón, sino que prefieren reemplazarlo con un piñón nuevo si el motor entra en mantenimiento.

1.16.2.4. Examen de la hélice instalada en el ULM accidentado

En el Boletín de servicio de Jabiru, JSB 012, pages 2-3, se menciona que hay varias condiciones que pueden conducir al fallo de los tornillos de sujeción. Estas incluyen: exceso de aceite en la zona de unión del cigüeñal desde fugas en los sellos que reducen la resistencia de la sujeción, toques o impactos de la hélice, parada abrupta del motor, aflojamiento de los tornillos de sujeción, desequilibrado de la hélice, daños en el volante de inercia, holgura en los pernos de la sujeción y en particular, la instalación de una hélice no aprobada por Jabiru

La hélice, instalada en el ULM accidentado con anterioridad a la adquisición del ULM por el actual propietario de la aeronave, es una Tonini GT que no es una hélice, aprobada por Jabiru porque no han emprendido un ensayo de vibraciones en el cigüeñal con esta marca de hélice y por tanto no pueden conocer sus efectos en un motor Jabiru.

1.17. Información sobre organización y gestión.

La aeronave ultraligera está incluida en el Club Deportivo Básico Aeroclub la Morgal y pertenece a Pulgar y Suarez S.L. Personal de estas entidades y con una aparentemente buena cualificación profesional, ya que trabajan con máquinas-herramientas, han venido efectuando el mantenimiento del motor y aeronave desde su adquisición.

Cuando se efectuó la revisión mayor en abril de 2012, por fallo del motor, era este mismo personal el que realizó el mantenimiento y aplicó, con errores y deficiencias, el Boletín de Servicio JSB 012, ya que se reutilizó el mismo piñón tras realizarle dos perforaciones para poder introducir las espigas en su sujeción al cigüeñal y al volante de inercia.

Se confirmó que en aquel desmontaje del motor se encontraron aflojados los tornillos de sujeción entre el volante de inercia y el cigüeñal. El propietario indicó que se había examinado el piñón y presentaba buen aspecto

Por otro lado, durante esta revisión mayor, el propietario decidió no reemplazar la hélice por otra aprobada por Jabiru.

1.18. Información adicional.

1.18.1. Antecedentes de la aeronave.

Con fecha del 7 de Septiembre de 2013 la aeronave ULM Moragon M1, matrícula EC-EI3, sufrió un incidente en Casalinho Pombal (Portugal): la aeronave aterriza con emergencia por avería-fallo en los mandos de vuelo; según indicación del piloto quedaron atascados. El aterrizaje de emergencia se efectuó con éxito y sin daños en el ULM.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No hay.

2. ANALISIS

2.1. Generalidades.

El piloto y su acompañante, también piloto, efectuaban un vuelo local de duración no superior a una hora y sin exigencias especiales tanto por las condiciones meteorológicas como por la realización de maniobras suaves.

El chequeo pre-vuelo y la prueba de motor se realizaron a conciencia por la buena práctica de la escuela y la sensibilización del piloto a los problemas de motor.

El vuelo transcurría con normalidad manteniendo el piloto una altura superior a los 500 ft sobre el terreno y una velocidad razonable, superior a la mínima de vuelo y muy inferior a la máxima de maniobra.

Ante la posibilidad de que empeorasen las condiciones de visibilidad, se inició el regreso al campo de vuelos. Unos pocos minutos después se produjo una parada brusca del motor sin ningún indicio anterior de anomalías.

El piloto adoptó una velocidad de máximo planeo e inició la búsqueda de un terreno apropiado para una toma fuera de campo. A continuación aplicó el procedimiento de emergencia para intentar recuperar el motor sin éxito.

El piloto optó por una pradera con pendiente ascendente y buenas condiciones para efectuar un aterrizaje con éxito; sin embargo, no estuvo acertado en la estimación del planeo y llegó bajo al lugar elegido, por lo que impactaron contra los árboles de cerramiento de la finca y se descontroló la trayectoria del avión. Por ello se produjeron daños mayores en la aeronave ultraligera que no llegaron a producir lesiones en los ocupantes.

Este tipo de aeronave ultraligera vuela muy bien a 50 mph sin acercarse aún a la velocidad de pérdida. En el club de vuelo, y debido a varios antecedentes de problemas de motor y aterrizajes de emergencia, simulan y practican fallos de potencia y el descenso profundo para una toma forzosa ó de emergencia, incluyendo planeo del avión, elección de un campo adecuado, detección de posibles obstáculos en el descenso y la trayectoria idónea hasta el campo elegido.

2.2. Aeronave y motor.

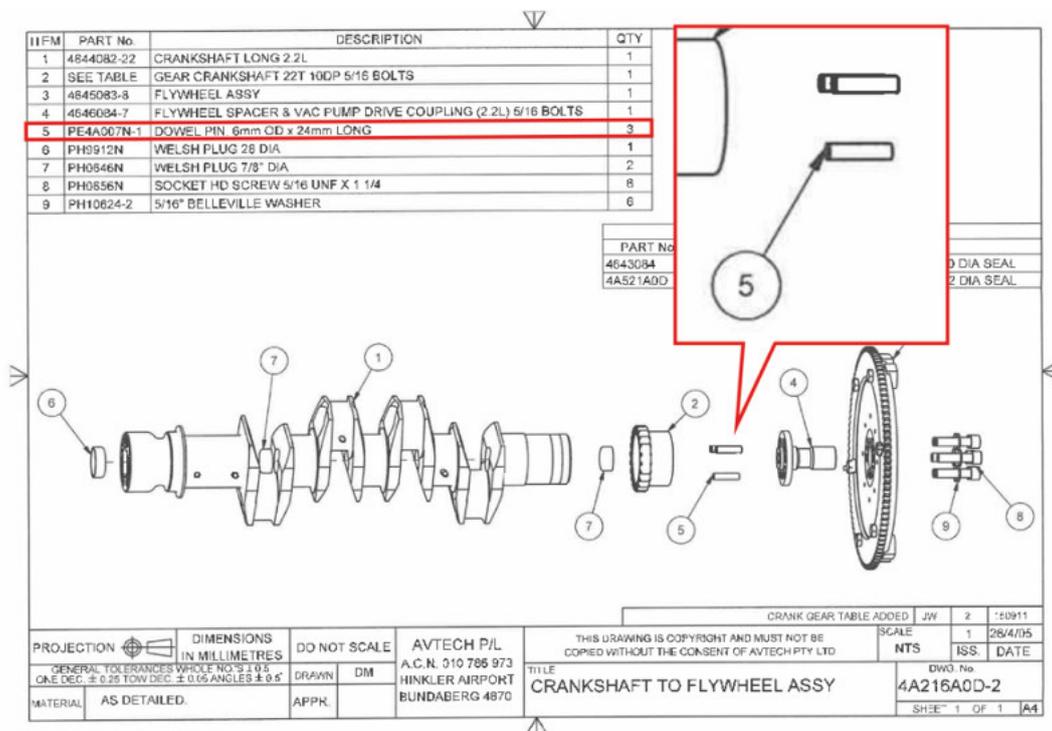
Examinado el motor se pudo encontrar el fallo interno del mismo que explica la parada súbita de este en vuelo, ya que este tipo de fallo le deja sin encendido y sin movimiento de las válvulas.

La rotura del piñón en forma de vaso por su pared vertical y la desaparición en varios trozos del engranaje dejó sin rotación el árbol de levas y los rotores de distribución del encendido a los cuatro cilindros del motor.

El propietario achacaba la rotura de este piñón al ligero espesor de su pared, ya que la rotura progresó a lo largo de casi la mitad de su circunferencia, siguiendo la huella del retén de goma; sin embargo no se ha podido contrastar esta posibilidad o hipótesis.

A través del intercambio de información con el fabricante del motor se ha podido contrastar el detalle y alcance de los trabajos realizados sobre el piñón afectado, cuando en fecha anterior se aplicó el Boletín de Servicio JSB 012.

Durante la implementación del citado Boletín se mecanizaron sobre el piñón dos orificios para la instalación de las espigas requeridas de 6 mm de diámetro, siguiendo las indicaciones del grafico del conjunto cigüeñal y volante de inercia, incluido en el Manual de overhaul del fabricante del motor Jabiru (ver dibujo 2). Sin embargo, el propietario, que realizó la mecanización del piñón, erró en la interpretación del gráfico ya que tanto en el dibujo como en el cuadro descriptivo se indican tres espigas, como se puede comprobar en los detalles realizados en la figura. Y, por tanto, el piñón modificado por el propietario no se ajustaba al Boletín de Servicio.



Cabe recordar que actualmente la normativa aplicable, la Orden de 14 de noviembre de 1988 por la que se establecen los requisitos de aeronavegabilidad para Aeronaves Ultraligeras Motorizadas (ULM), hace responsable al propietario del mantenimiento y conservación de la aeronavegabilidad de su aeronave. La citada Orden no regula qué personas o centros están autorizados para llevar a cabo las modificaciones contenidas en los Boletines de servicio del fabricante. En cualquier caso, lo más adecuado en este caso hubiese sido sustituir el piñón antiguo por otro que se ajustase a las especificaciones del fabricante.

Tal como parecía entenderse en el Boletín JSB 012, el fabricante ha confirmado que la introducción de las tres espigas en la sujeción del volante de inercia-piñón al cigüeñal es para mejorar la conexión entre el volante y el cigüeñal y absorber la carga rotacional por las espigas o pernos, dejando los tornillos para manejar las fuerzas de sujeción.

En cuanto a la huella del retén de goma sobre el piñón, ésta es común con el funcionamiento del motor y no tiene efecto sobre el material del engranaje o piñón en forma de vaso, lo que descarta la hipótesis formulada por el propietario basada en la superficie de rotura.

La perforación, realizada manualmente, de los agujeros sobre el piñón y cigüeñal para las espigas no es lo suficientemente precisa para estos elementos. Los orificios para las espigas deben tener una tolerancia muy estrecha para su mecanización, para el ajuste y la introducción por compresión del perno, y con toda probabilidad la perforación manual de estos habrá permitido un peor ajuste de las espigas.

Asimismo el fabricante solicita efectuar estas tareas durante la revisión general de 2000 horas en el caso de que no haya aflojamiento o rotura de los tornillos de sujeción, y por tanto que estas tareas sean efectuadas por mantenedores autorizados de motores Jabiru.

2.3. Compendio.

La confluencia de varios factores en el diseño e historial de utilización y mantenimiento del motor provocaron sobrecarga en un elemento debilitado que colapsó. A continuación se enumeran y describen los elementos que conforman el escenario en el que se produjo el fallo, ya que así lo indican los datos e información recopilada:

- La unión del conjunto del cigüeñal con el volante de inercia en la parte trasera del motor había sufrido fallos en servicio y el fabricante había diseñado mejoras de montaje, refuerzo de elementos e incremento de los requerimientos de mantenimiento. Este es el motivo de la emisión y aplicación del Boletín de servicio JSB 012 - 1 y 2 del fabricante del motor Jabiru.

- La implementación de este Boletín al motor del evento por su propietario, el cual encontró el conjunto en una fase inicial de fallo, se efectuó modificando el elemento causante del fallo, piñón de 22 dientes en forma de vaso, con herramientas manuales después de chequear su estado, relajando los ajustes de los elementos de unión y probablemente introduciendo estrés sobre el elemento mecanizado, el piñón.
- Los esquemas e indicaciones del fabricante no fueron correctamente interpretados al ejecutar las modificaciones y mejoras en la aplicación del JSB 012-2: se realizaron dos perforaciones en lugar de tres y se reemplazó el pequeño orificio de posicionamiento y ajuste.
- La hélice utilizada en esta aeronave ultraligera, Tonini GT, no es una de las aprobadas por el fabricante del motor, por lo que probablemente introduce mayores vibraciones en el cigüeñal que repercuten en el conjunto de ensamblaje trasero, como así demostró el aflojamiento encontrado en la implementación del Boletín. Bien es cierto que ésta se había equilibrado en la última revisión de 500 h tres meses antes del evento.
- La reutilización del piñón en la implementación de JSB 012-2 no permitió reforzar el conjunto con un piñón nuevo ya mejorado y con un espesor de pared mayor.
- El incremento del diámetro de los tornillos de la sujeción, la introducción de las espigas para la carga torsional y el incremento del espesor de la pared del piñón, a través del Boletín de Servicio JSB 012, indican que esta unión del volante de inercia al cigüeñal era un punto débil del diseño del motor.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto tenía su licencia y certificado médico válidos y en vigor.
- La aeronave ultraligera tenía toda la documentación en vigor y era aeronavegable.
- El vuelo en el que se produjo el accidente se efectuaba en buenas condiciones de meteorología, había sido preparado por el piloto y se había comunicado convenientemente.
- Durante el vuelo se produjo la parada súbita del motor.
- El piloto eligió un campo apropiado para efectuar el aterrizaje de emergencia.
- Antes de alcanzar el terreno elegido la aeronave impactó contra los árboles de la linde de la pradera.
- El primer examen del motor demostró que los rotores de los distribuidores del sistema de encendido y las válvulas de los cilindros no se movían con el giro del motor.
- Se encontró colapsado y totalmente roto el dentado del piñón en forma de vaso en la unión entre el cigüeñal y el volante de inercia.
- El motor se había actualizado, por un fallo de motor, con el Boletín de servicio JSB 012-2 en abril de 2012, el cual se aplicó de forma deficiente.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El fallo del motor fue debido a la rotura del piñón de 22 dientes, unido al cigüeñal y volante de inercia en la parte posterior del motor, y que engrana con el árbol de levas, rotores del encendido y volante magnético.

Se consideran que fueron factores contribuyentes en la rotura del piñón de 22 dientes y el fallo del motor:

- La implementación del Boletín de servicio JSB 012-2 con errores y deficiencias.
- La reutilización del piñón de 22 dientes en esta modificación.
- La utilización de una hélice diferente a la especificada en la hoja de datos del Certificado de Aeronavegabilidad de Tipo y que, además, no estaba aprobada por el fabricante del motor en la aeronave ultraligera.
- La exposición resultante del engranaje a tensiones cíclicas elevadas durante el funcionamiento.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 51/16.- Se recomienda a AESA que informe a las principales escuelas de vuelo y posibles usuarios de esta aeronave, de fabricación nacional, de los efectos perniciosos de la instalación de conjuntos motor-hélice no aprobados y la ejecución de reparaciones no autorizadas por el fabricante.

REC 52/16.- Se recomienda a la asociación de aviación ligera AEPAL- Asociación Española Pilotos Aeronaves Ligeras que difunda el contenido del informe entre sus asociados y así conseguir alcance a la información y las lecciones aprendidas.

REC 53/16.- Se recomienda a AESA que exponga, en el seno de las reuniones profesionales con las asociaciones de aviación ligera, las conclusiones de esta investigación para reforzar las buenas prácticas y la mejora de la cultura de seguridad en el sector.

REC 69/16.- Se recomienda a la asociación de aviación ligera AOPA- Aircraft Owners and Pilots Association que difunda el contenido del informe entre sus asociados y así conseguir alcance a la información y las lecciones aprendidas.

REC 70/16.- Se recomienda a la asociación de aviación ligera AAE- Asociación de Aviación Experimental que difunda el contenido del informe entre sus asociados y así conseguir alcance a la información y las lecciones aprendidas.