



**COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL**

Informe técnico ULM A-005/2017

Accidente ocurrido el día 1 de marzo
de 2017, a la aeronave TECNAM
P-92-ECHO-S, matrícula EC-LRB,
en el aeródromo de Los Alcores (Sevilla)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

ULM A-005/2017

**Accidente ocurrido el día 1 de marzo de 2017,
a la aeronave TECNAM P-92-ECHO-S,
matrícula EC-LRB, en el aeródromo
de Los Alcores (Sevilla)**

© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO Línea: 161-18-145-X

NIPO Papel: 161-18-137-9

Depósito legal: M-20209-2018

Maquetación: David García Arcos

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

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	vi
SINOPSIS	viii
1. INFORMACIÓN 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	3
1.5.1. Piloto.....	3
1.5.2. Técnico responsable del mantenimiento de la aeronave.....	3
1.6. Información sobre la aeronave	4
1.6.1. Información general.....	4
1.6.2. Registro de mantenimiento	6
1.6.3. Estado de aeronavegabilidad.....	7
1.7. Información meteorológica	8
1.7.1. Situación general	8
1.7.2. Situación en la zona del accidente.....	8
1.8. Ayudas para la navegación.....	9
1.9. Comunicaciones.....	9
1.10. Información de aeródromo.....	9
1.11. Registradores de vuelo	10
1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada	10
1.13. Información médica y patológica.....	12
1.14. Incendio.....	12
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	13
1.16. Ensayos e investigaciones.....	13
1.16.1. Declaración del piloto	13
1.16.2. Comunicación Jefe de Vuelos.....	15
1.16.3. Informe de inspección del mecánico responsable del mantenimiento de la aeronave.....	16
1.16.4. Ensayos / Inspecciones	17
1.16.4.1. Ensayo del sistema de encendido en banco de pruebas	17
1.16.4.2. Inspección del motor.....	19
1.16.4.3. Procedimientos de operación	20
1.16.4.4. Requerimientos de mantenimiento definidos por el fabricante del motor	23
1.17. Información sobre organización y gestión.....	25
1.18. Información adicional.....	25
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	25

2. ANÁLISIS	26
2.1. Análisis de la situación meteorológica	26
2.2. Análisis del vuelo.....	26
2.3. Análisis de los restos de la aeronave	27
2.4. Análisis del sistema de combustible.....	28
2.5. Análisis del mantenimiento de la aeronave	28
3. CONCLUSIONES	30
3.1. Constataciones	30
3.2. Causas/factores contribuyentes	31
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	32

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
° C	Grado(s) centígrado(s)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AEPAL	Asociación Española de Pilotos de Aeronaves Ligeras
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AOPA	Asociación de Pilotos y Propietarios de Aviones
A.I.S.	Servicio de Información Aeronáutica
bar	Unidad de presión
cc	Centímetro cúbico
CTR	Zona de control
CV	Caballo de vapor
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
HP	Caballo de potencia
hPa	Hectopascal
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
l, l/h	Litro(s) , Litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronave ligera
LEAH	Código de designación OACI del Aeródromo de Los Alcores (SEVILLA)
m	Metro(s)
m ²	Metro(s) cuadrados
MAF	Multieje a ala fija
MHz	Megahercio
MTOW	Peso máximo al despegue
N	Newton, unidad de fuerza (1 N = 0.1020 kgf)
N	Norte
n/s	Número de serie
O	Oeste
p/n	<i>Part Number</i> o número de referencia de pieza
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener elevación estando en tierra
rpm	Revoluciones por minuto
SMD	<i>Surface Mounted Devices</i> o módulo electrónico
s/n	<i>Serial Number</i> o número de serie

TBO	<i>Time between overhaul</i> o período entre revisiones generales
TMA	Técnico de Mantenimiento de Aeronaves
TULM	Licencia de Piloto de Ultraligeros
ULM	Ultraligero motorizado
VFR-VMC	Vuelo Visual Diurno-Condiciones Mínimas Visuales
V_{ne}	Velocidad de nunca exceder
V_s	Velocidad de entrada en pérdida

Sinopsis

Propietario y Operador:	Privado
Aeronave:	TECNAM P-92-ECHO-S, matrícula EC-LRB
Fecha y hora del accidente:	Miércoles 1 de marzo de 2017, 16:30 hora local
Lugar del accidente:	Inmediaciones del Aeródromo de Los Alcores (Sevilla)
Personas a bordo:	1 tripulante - ileso
Tipo de vuelo:	Aviación general – Privado
Fase de vuelo:	Maniobrando
Fecha de aprobación:	31/01/2018

Resumen del suceso:

El miércoles 1 de marzo de 2017 la aeronave TECNAM P-92-ECHO-S, matrícula EC-LRB, sufrió un accidente en las inmediaciones del Aeródromo de Los Alcores, situado en la provincia de Sevilla.

Después de realizar un vuelo local de más de una hora, el piloto practicó varias maniobras de aproximación sobre la pista 05. En la última, en el tramo de “viento en cara”, a 300 pies de altura, el motor comenzó a fallar.

Tras varios intentos del piloto de re-arrancar el motor se paró definitivamente y la aeronave comenzó a descender. El piloto realizó un aterrizaje de emergencia en un campo arado cercano a la cabecera de la pista 23.

El piloto resultó ileso y pudo salir por sus propios medios de la aeronave.

La aeronave sufrió importantes daños.

La investigación del suceso ha puesto de manifiesto como causa del accidente, la realización de un aterrizaje de emergencia fuera de pista, tras la parada de motor de la aeronave, motivada por un malfuncionamiento del sistema de encendido del motor.

Se considera un factor contribuyente al accidente que ocasionó la parada de motor, el inadecuado mantenimiento del sistema de encendido del motor.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El miércoles 1 de marzo de 2017 a las 16:30 hora local, la aeronave TECNAM P-92-ECHO-S, matrícula EC-LRB, sufrió un accidente en las inmediaciones del aeródromo de Los Alcores, situado en la provincia de Sevilla, tras producirse un aterrizaje de emergencia por una parada de motor.

La aeronave propiedad de la escuela de ultraligeros ubicada en el aeródromo de Los Alcores, destinada habitualmente a instrucción, era utilizada en esta ocasión por uno de los copropietarios de la misma, para realizar un vuelo local de ocio, con origen y destino en dicho aeródromo.

Según la declaración del piloto, el día del suceso, tras realizar las comprobaciones pre-vuelo pertinentes, repostó 22 litros de gasolina adicionales a los existentes en los depósitos, evaluando que esta cantidad le permitiría realizar un vuelo de 1 hora, y adicionalmente destinar unos 30 minutos más a realizar diversas maniobras sobre el campo de vuelo, como habitualmente acostumbraba a realizar.

Tras unos 10 minutos calentando el motor en plataforma, inició el despegue por la pista 05 y durante una hora realizó el plan de vuelo previsto sin detectar ninguna anomalía. De regreso al aeródromo, el piloto realizó diversos tráficos y simulacros de maniobras de emergencia durante alrededor de 30 minutos.



Fotografía 1. Aeronave accidentada en el lugar del impacto

En esta fase del vuelo, después de realizar una aproximación a la pista 05 y pasar por el eje de la misma, en vuelo lento y controlado según testimonio del piloto, realizó un “motor y al aire” aplicando plena potencia.

En el tramo de ascenso, “viento en cara”, cuando se encontraba a 300 pies, el motor hizo un primer intento de pararse. El piloto reinició la secuencia de encendido consiguiendo que la hélice volviera a girar durante un par de segundos, empezó a aplicar potencia gradualmente pero a los pocos segundos la hélice volvió a perder potencia y se paró totalmente.

En esta ocasión, aunque el piloto reinició nuevamente la secuencia de encendido, según su testimonio, no lo consiguió y el avión empezó a descender.

El piloto se preparó para un aterrizaje de emergencia, impactando en primer lugar con el tren principal sobre un campo arado, a 1 km aproximadamente a la derecha de la cabecera 23, para elevarse levemente y caer, colapsándose el tren de morro en el terreno que provocó el cabeceo del avión, y hundiendo el cono de morro en el mismo.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1		1	
TOTAL	1		1	

1.3. Daños a la aeronave

Como consecuencia del impacto contra el terreno, la aeronave resultó con daños importantes en el cono de morro, en el tren de aterrizaje principal y de morro, sus carenados, y deformaciones en el habitáculo y la bancada del motor.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños a terceros reseñables.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. *Piloto*

El piloto, de nacionalidad española, de 43 años de edad, tenía la siguiente licencia de piloto expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA):

- Licencia de Piloto de Ultraligero (TULM) desde el 18/05/2013 con la siguiente habilitación:
 - » MAF Multieje de ala fija, válida hasta el 30/06/17.

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 21/11/2018 para la clase 2 y LAPL.

Según la información facilitada por el piloto, en el momento del accidente poseía un total de 182 horas de vuelo y 32 minutos, realizadas en su totalidad en el tipo de aeronave del suceso.

Según el diario de vuelos del piloto, su último registro corresponde al día del accidente, el 01/03/2017, constando un vuelo de 1 hora 45 minutos con 2 aterrizajes. El vuelo inmediatamente anterior fue el de fecha 29/02/2017 con una duración de 1 hora 3 minutos, realizando 3 aterrizajes.

1.5.2. *Técnico responsable del mantenimiento de la aeronave*

La persona contratada por el propietario para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de la aeronave del suceso no disponía de licencia de TMA emitida por AESA, ya que no es preceptivo para este tipo de aeronaves.

Su experiencia responde al mantenimiento de aeronaves de menos de 5.700 kg (MTOW) como mecánico de motor y estructuras.

Poseía formación avanzada de mantenimiento de motores Rotax de las series 912 y 914, realizada en 1998.

Las labores de mantenimiento eran realizadas dentro de una organización de mantenimiento no autorizada por AESA, pero publicitada como centro autorizado regional de Rotax, aunque no reconocido como tal por este fabricante. En cualquier caso, no existe regulación aplicable a este tipo de centros y de aeronaves que requieran la autorización de la AESA.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave TECNAM P92-ECHO-S es un avión ultraligero biplaza de fabricación italiana, monoplano de ala alta, con tren de aterrizaje fijo, del tipo triciclo.

El fuselaje, monocasco, es de aluminio con estructura de tubos de acero. Las alas, también de aluminio, están arriostradas.



Fotografía 2. Aeronave del suceso

La planta motriz está compuesta por un motor Rotax 912 ULS de 100 CV y una hélice bipala de paso fijo. La bancada de motor es de acero y soporta la pata de morro.

Las características específicas de la aeronave, según Certificado de Tipo expedido por la DGAC el 10/02/2003 nº231-I/1, son las siguientes:

Estructura:

- Envergadura: 9,30 m
- Longitud: 6,30 m
- Superficie alar: 13,20 m²
- Altura máxima: 2,50 m
- Peso en vacío: 220 kg
- Peso máximo al despegue: 450 kg
- Capacidad de combustible: 70 l

Actuaciones:

- Velocidad de no exceder (Vne): 215,6 Km/h
- Velocidad de entrada en pérdida (Vs): 71,6 Km/h

Planta de potencia:

Motor ROTAX 912ULS, s/n: 4427655 del año 2001.

Sus características son las siguientes:

- » Motor de pistón de cuatro tiempos, cuatro cilindros opuestos horizontalmente.
- » Doble carburador.
- » Doble encendido electrónico mediante 2 unidades o módulos electrónicos de encendido (SMD), marca Ducati, p/n: 966 721 y números de serie 01 1484 y 01 1485, con bobinas de encendido también dobles.
- » Arranque eléctrico.
- » Refrigeración mixta por aire en los cilindros y por agua en culatas.
- » Potencia máxima en despegue a 5800 rpm: 100 CV
- » Potencia continua a 3200 rpm: 70 HP
- » Consumo a potencia máxima: 28 l/h
- » Reductora de engranajes integrada con relación de reducción de 2,4286:1.
- » Cilindrada: 1352 cc

Los capós superior e inferior del motor son de fácil y rápido desmontaje. El superior posee una abertura que permite acceder al compartimento del motor para la realización de las inspecciones pre-vuelo.

Hélice:

- » GT Tonini Giancarlo & Felice S.n.c.: Hélice de madera, tractora, bipala y de paso fijo.
- » Diámetro: 1,72 m

Combustible:

- La aeronave dispone de dos depósitos integrados en el borde de ataque, uno por cada semiala, con capacidad de 35 litros cada uno.
- El sistema de alimentación de combustible es mixto, por gravedad y por bomba de combustible, disponiendo de una bomba mecánica junto con una eléctrica auxiliar de seguridad.
- Cada depósito tiene una válvula de paso en la cabina y un filtro principal o drenador "gasolator" instalado en el cortafuegos del lado del compartimento del motor con fácil acceso desde el exterior, con una válvula de drenaje.
- Combustible utilizado: gasolina de automoción sin plomo de 95 octanos.
- En el momento del despegue, la aeronave contaba con aproximadamente 57 litros de combustible entre los dos depósitos, tras el repostado del piloto.

Uso de la aeronave:

La aeronave pertenece a una escuela de pilotos de ultraligeros. Además de utilizarse para instrucción es utilizada también por sus propietarios para vuelos privados de ocio.

1.6.2. Registro de mantenimiento

Esta aeronave ultraligera fue construida en 2002 con nº de serie: P92-ES-019 por AERO EMPORDÁ, S.L.

El mantenimiento era realizado por una organización de mantenimiento que no requiere autorización por parte de AESA. Según el testimonio del mecánico contratado por la escuela propietaria, se realizaban todas las revisiones de mantenimiento establecidas en los manuales de mantenimiento de los fabricantes, tanto de la aeronave (TECNAM) como del motor (ROTAX).

En el momento del accidente la aeronave tenía un registro acumulado de 1868 horas de vuelo y 63 minutos, según consta en el cuaderno de la aeronave emitido el 18/05/2012. Lo que suponía 268 horas de vuelo adicionales a las que tenía en la última revisión general ("*overhaul*").

Según la información que consta en la cartilla del motor, el motor fue instalado en 2002, con cero horas de funcionamiento, modelo: ROTAX 912 ULS, y n/s: 4427655. En el momento del accidente el motor contaba con 268 horas desde la última revisión general ("*overhaul*") y 68 horas desde la última revisión de mantenimiento.

El último mantenimiento realizado a la aeronave está registrado a las 1800 horas de vuelo en el cuaderno de la aeronave, el 13/12/2016. Recordemos que en el momento del accidente, el 01/03/2017, tenía 1868 horas. Esta revisión consta como revisión rutinaria de 200 horas.

Las 1800 horas se contabilizaron tras un vuelo de una hora realizado el 13/12/2016 a las 11:30 h. Ese mismo día se registraron dos vuelos más, uno a las 16:30h y otro a las 17:15h de 40 minutos de duración cada uno.

En la revisión de 200 horas del 13/12/2016 se realizaron entre otras tareas de motor, el cambio de bujías, del filtro de aceite y del aceite; la limpieza de los filtros de aire, del gasolator y de la bomba de combustible; la revisión de las líneas de combustible, de aceite y de refrigerante, así como del cableado eléctrico. Además se hizo el siguiente mantenimiento correctivo:

- reparación del escape,

- nuevo sellado cristal delantero,
- instalación de nuevas guías de válvulas,
- rectificación de asientos de las válvulas,
- instalación de retenes nuevos,
- reparación del sistema hidráulico de frenos,
- reglaje de los mandos de alabeo y de profundidad,
- cambio del cable de batería,
- reparación del altímetro,
- sustitución del instrumento de presión combustible.

Finalizadas estas tareas se realizó la prueba en vuelo con resultado satisfactorio según el mecánico responsable.

La revisión inmediatamente anterior a la del 13/12/2016 fue realizada el 25/03/2016 y correspondió a una revisión general ("overhaul") realizada cuando la aeronave tenía 1600 horas de vuelo. En dicha revisión además de las definidas por el fabricante del motor en las revisiones generales, se registraron las siguientes tareas:

- comprobación de la presión del aceite,
- cambio de la bomba aceite,
- cambio del sensor de presión
- cambio del sensor de temperatura,
- cableado y masas de los instrumentos de temperatura y presión aceite,
- se eliminan holguras del tren delantero.

Tras realizar estas tareas, se registra que la aeronave quedó puesta en servicio el 25/03/2016.

En relación a los módulos electrónicos de encendido, los instalados en el momento del accidente son los originales del motor, sin constar ningún tipo de reparación o sustitución de dichos componentes. Según el responsable de la escuela de ultraligeros y copropietario de la aeronave, nunca han dado ningún tipo de fallo ni en vuelo ni en las comprobaciones pre-vuelo de las magnetos.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con número de serie P-92-ES-019 y matrícula EC-LRB según registro de matrículas activas de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea fue matriculada el

08/05/2012, con número de registro 9114. En el certificado de matrícula figuraba como estacionamiento habitual el Campo de Vuelo de Mairena del Alcor (Sevilla) y como propietario, AEROHISPALIS ESCUELA DE VUELO, S.L.

La aeronave disponía de Certificado de Aeronavegabilidad Especial Restringido nº 7302, emitido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea el 18 de mayo de 2012, como Avión de categoría "Escuela, Privado-3, Normal"¹, con validez indefinida.

El último registro de vuelo que constaba en el cuaderno de la aeronave (expedido en Sevilla, el 18/05/2012), corresponde al del día del accidente, con origen y destino el aeródromo de LEAH, con una duración total de 1 hora 45 minutos, registrado por el piloto del suceso y realizando 2 aterrizajes. El total de horas de vuelo de la aeronave era de 1868 horas y 63 minutos.

El vuelo inmediatamente anterior registrado en el cuaderno fue realizado el 25/02/2017 con una duración de 1 hora 5 minutos y 7 aterrizajes, con origen y destino el aeródromo LEAH.

La aeronave disponía de una póliza de seguro de accidentes válida y en vigor hasta el 29/10/2017.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Situación general

De acuerdo con la información facilitada por AEMET, la situación meteorológica generalizada era, en niveles medios y altos, de circulación levemente anticiclónica sobre la Península y Baleares; en niveles bajos había altas presiones relativas, que se extendían desde el anticiclón atlántico hasta el Mediterráneo occidental.

1.7.2. Situación en la zona del accidente

AEMET no dispone de información en Los Alcores, pero dadas las condiciones generalizadas en la Península, pueden resultar válidos los datos de las estaciones más próximas de Carmona-Villegas y del Aeropuerto de San Pablo. Los datos de dichas estaciones eran (considerando las dos horas precedentes al accidente):

- Viento
 - » Dirección: del Suroeste (250-230°)

¹ Categorías: Escuela, Privado (tipo de vuelo que realiza la aeronave); 3 (aeronave utilizada solo para vuelo visual); Normal (no permite la realización de vuelo acrobático o barrenas).

- » Velocidad: 6 Km/h
- » Racha máxima: alrededor de 15 Km/h
- Visibilidad: buena visibilidad en superficie.
- Nubosidad: cielos prácticamente despejados, algunas nubes dispersas en las horas precedentes con base a unos 3500 pies.
- Temperatura: alrededor de 20°C.
- QNH: alrededor de 1020 hPa.
- Humedad relativa: alrededor del 50%.
- Fenómenos de tiempo significativos: sin presencia de fenómenos significativos en la zona.
- Las imágenes de teledetección (descargas eléctricas, satélite y radar) no presentan ninguna actividad.

1.8. Ayudas para la navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas visuales VMC/VFR.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de los Alcores (LEAH) se encuentra cercano a la localidad de Mairena del Alcor, en la provincia de Sevilla. Es un aeródromo no controlado de vuelo ULM



que cuenta con una escuela de pilotos de ultraligeros, una zona de estacionamiento de 2.000 m² y otra de 1.300 m² de hangares para aeronaves.

Dispone de una pista de asfalto de 650 m de longitud y 20 m de ancho, y franja de grava compactada, con orientación 05/23 y una elevación de 45 m. Sus coordenadas geográficas son: 37° 19' 46" N; 005° 43' 25" O.

Fotografía 3. Aeródromo de Los Alcores

La frecuencia de radio es: 129,825 MHz.

Las aeronaves se aproximan desde el Sur, contactando por radio antes de incorporarse al circuito de tráfico, y acordando la forma de proceder para entrar en el circuito y aterrizar.

La altura mínima en el circuito será de 500 ft sobre el terreno. En ningún caso está permitido entrar en el CTR de Sevilla sin la autorización de la torre de control. Los helicópteros aplican el mismo procedimiento.

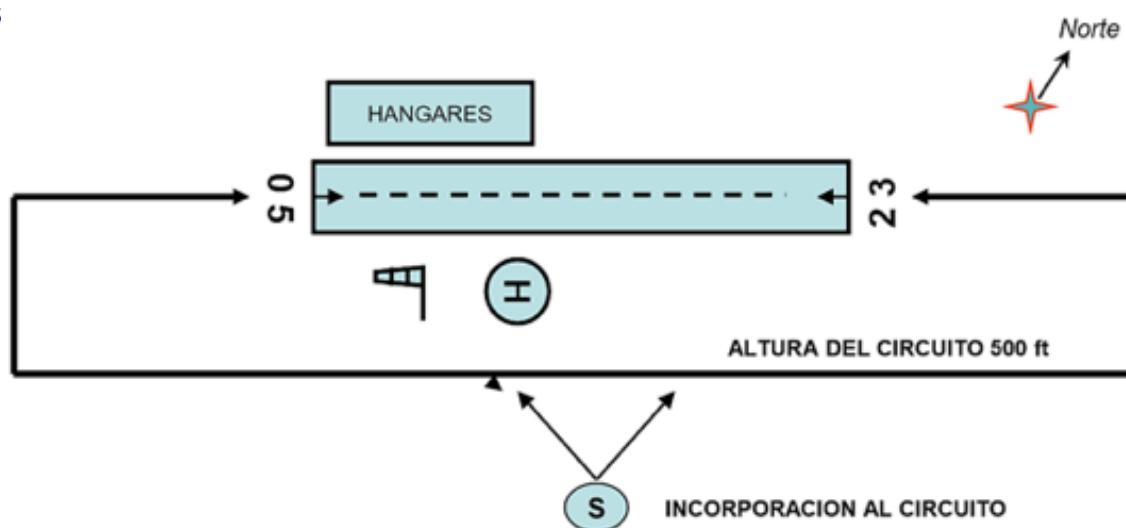


Figura 1. Circuito de Tráfico del aeródromo

Los aviones con planes de vuelo y destino LEAH deben comunicar obligatoriamente la toma asegurada a la Torre de Sevilla en frecuencia 118.10 Mhz o bien llamando a la oficina del A.I.S.

1.11. Registradores de vuelo

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

1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada

El lugar del accidente donde impactó la aeronave se encontraba a un kilómetro aproximadamente, a la derecha de la cabecera de la pista 23, en un campo arado, con la siguientes coordenadas geográficas: 37° 20' 0,789" N ; 5° 42' 26,862" O.

Los daños principales identificados en la aeronave son los siguientes:

- Tren de aterrizaje, principal y de morro: deformados. Carenados destruidos.
- Cubierta inferior de motor deformada.
- Habitáculo y bancada de motor deformados.
- Escapes de motor dañados.
- Cono de morro dañado.

Los restos se encontraban todos localizados en el lugar donde colapsó el tren de aterrizaje de morro contra el terreno y cabeceó la aeronave.

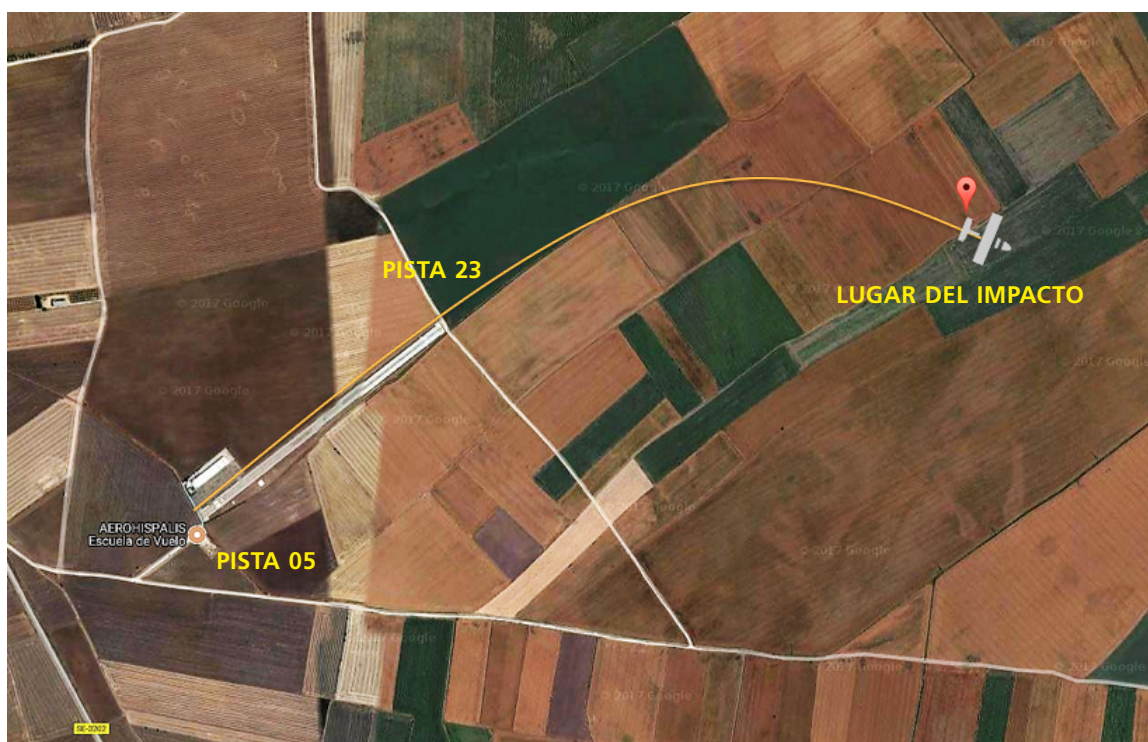
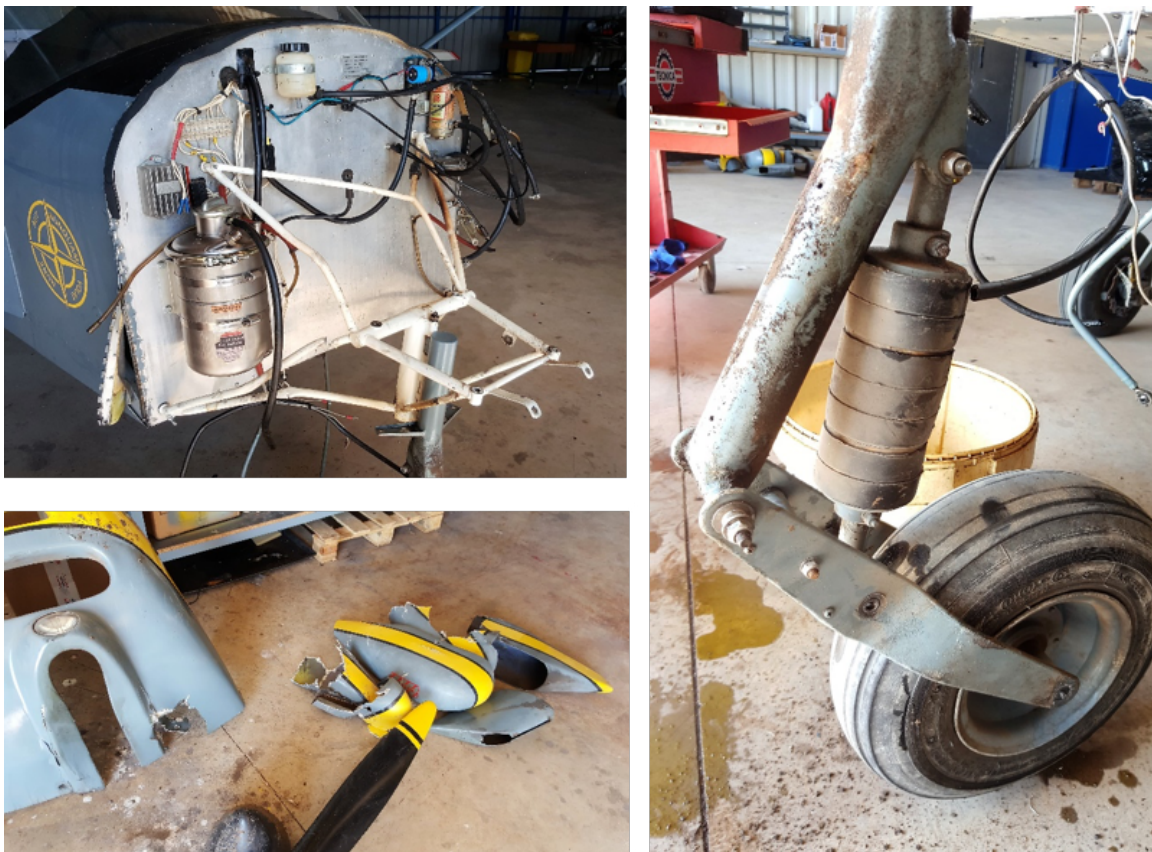


Figura 2. Lugar del impacto y posible trayectoria del tramo final realizada por la aeronave



Fotografías 4. Daños en la aeronave.

Arriba izquierda: bancada deformada. Abajo izquierda: carenados dañados. Derecha: tren de morro deformado.

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

1.13. Información médica y patológica

El piloto resultó ileso y salió por sus propios medios de la aeronave.

El sistema de seguridad del avión consistente en los cinturones del piloto estaban en buen estado y sus anclajes funcionaban correctamente.

1.14. Incendio

No aplicable.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La estructura de la aeronave mantuvo su forma sin sufrir deformaciones de importancia, especialmente en la cabina, lo que permitió que el piloto no tuviera dificultad para salir de la aeronave.

Según la declaración del piloto, la aeronave impactó en primer lugar con el tren principal en el terreno arado, elevándose levemente para finalmente contactar con el tren de morro que se colapsó, deteniendo la aeronave, y hundiendo el cono de morro en el terreno. El aterrizaje de emergencia se produjo de forma controlada, a baja velocidad, con el motor parado y sin ningún tipo de consecuencia física para el piloto.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaración del piloto

Según la declaración del piloto por escrito, tras revisar los partes meteorológicos y constatar que se daban las condiciones idóneas para realizar un vuelo seguro, planeó un vuelo local con los siguientes destinos:

Salida desde LEAH – Utrera - Las Cabezas de San Juan – Espera - Arcos de la Frontera - Bornos – Villamartín - Pantano Torre del Águila – Utrera – Llegada a LEAH.

El piloto calculó que la realización de la ruta planificada le llevaría 1 hora y que la duración total prevista del vuelo sería de 1:30 horas para practicar sobre el campo de vuelo diversas maniobras que habitualmente acostumbra a realizar.

Sobre las 14 horas llegó al campo de vuelo con 2 garrafas de 11 litros cada una de gasolina 95 procedente de la estación de servicio SHELL próxima al aeródromo.

Tras las comprobaciones pertinentes del libro de vuelo de la aeronave, dado que esta aeronave la vuelan varios pilotos que comparten su propiedad, el piloto comprobó que:

- 1- Las últimas horas especificadas en el libro tras el último vuelo coincidían con el contador de horas propias del avión, y
- 2- que el anterior piloto que voló no hizo constar ninguna observación o anomalía que le hubiera podido ocurrir durante la realización de su vuelo.

Tras esta verificación, el piloto realizó un chequeo pre-vuelo completo; primero, en la cabina comprobó los cinturones y el estado de la cerradura de las puertas. A

continuación, abrió la llave de la batería y giró la llave de arranque comprobando que los indicadores y marcadores funcionaban correctamente y estaban en servicio. Comprobó el nivel de combustible (según el piloto, lo normal es que los dos depósitos estén al 50% de capacidad).

Posteriormente en el exterior, y con las llaves fuera del arranque, realizó un recorrido alrededor del avión, comprobando el estado del fuselaje, el tubo Pitot, el tubo de ventilación del depósito de combustible, las riostras, el ala derecha e izquierda, los bordes de ataque, (comprobando que no tienen señales de impacto), flaps (comprobando que las bisagras y varillas que los mueven no tenían holgura), alerones (que se movían sin ningún impedimento), ruedas del tren y los frenos, la rueda de morro y el timón de cola, comprobando que no tenía holgura y se movía sin ningún impedimento. En el chequeo del motor, según el piloto, puso especial atención a la presencia de objetos extraños, y a que en un primer vistazo general todo estuviera correcto y en su sitio. Comprobó los niveles de aceite, líquido refrigerante, el estado de los manguitos y del cableado, asegurándose de que no hubiera fugas de ningún tipo en los circuitos; se comprobó el estado de los carburadores, se chequeó que la bancada del motor estaba sujeta fuertemente y que los muelles estaban en buenas condiciones, así como la tornillería.

A continuación, se comprobó el estado del morro y la hélice, luego, con el tapón del cárter quitado procedió a darle algunas vueltas a la hélice hasta escuchar, según su testimonio, un “glu,glu,glu”, purgando así el circuito de lubricado, para seguidamente comprobar nuevamente el nivel de aceite rellenando si ha lugar (en esta ocasión, no hizo falta). Una vez realizado el procedimiento de chequeo, por último se aseguraron bien los cierres de la cubierta del motor.

Con el chequeo pre-vuelo interior y exterior del avión realizado sin ninguna anomalía detectada, se procedió a repostar los depósitos donde se verificó de forma visual la cantidad que había rellenando en cada uno de los depósitos con 11 litros. Una vez repostado el avión y verificado el cierre seguro de los depósitos de combustible, sacó el avión del hangar y se colocó en plataforma cara al viento. Una vez en cabina, inició las listas de chequeo siguientes:

- 1- Antes de arrancar.
- 2- Puesta en marcha.
- 3- Rodaje a punto de espera.
- 4- Comprobación en punto de espera.
- 5- Despegue/Ascenso.

En total, el piloto permaneció en plataforma calentando el motor 10 minutos, desde las 14:50h, cerciorándose que los niveles e indicadores para el “rodaje a punto de espera” eran correctos, produciéndose el despegue sobre las 15h después de la fase de “comprobación en punto de espera” y notificó por radio la entrada en la cabecera 05 para despegue inmediato, siguiendo el procedimiento especificado en la lista de chequeo.

Una vez alcanzados los 1000 ft, ajustado el motor a las 4100 rpm con velocidad de crucero sobre 150 km/h y establecido el rumbo, siguió el plan de vuelo especificado anteriormente.

Una vez cumplido el plan de vuelo sin nada que destacar, según declaración del piloto, salvo la buena meteorología, ya de regreso al aeródromo, el piloto realizó sobre éste diversos tráficos y simulacros de maniobra de emergencia con la pista 05 en servicio, durante alrededor de 30 minutos. Es en esta fase del vuelo, cuando después de hacer una aproximación a la 05 y pasar por el eje de pista en vuelo lento y controlado se realizó un “motor y al aire” con gas a fondo, en el tramo de ascenso “viento en cara” con rumbo 05 ajustó el cabeceo, redujo las revoluciones a 4800 y estableció velocidad de ascenso a 120 km/h. Sobre los 200 pies retrajo los flaps. Sobre 300 pies el motor hizo un primer amago de pararse. El piloto, de inmediato, reinició la secuencia de encendido consiguiendo por 2 o 3 segundos que la hélice volviera a girar. En ese mismo instante aplicó potencia gradualmente; el avión volaba recto y nivelado en ese momento. A los pocos segundos, la hélice volvió a perder potencia y a pararse totalmente. El piloto de inmediato volvió a reiniciar la secuencia de encendido sin éxito y el avión empezó a descender. Se intentó mantener nivelado procurando que tomara sobre el tren trasero para minimizar los daños personales y materiales y cerró las llaves de combustible y de encendidos. El avión viró unos grados a la derecha para unos segundos después tomar sobre un campo arado, a 1 km a la derecha de la cabecera 23, sobre 16:30 hora local.

El piloto percibió que en un primer impacto sobre el tren trasero el avión se elevó para caer finalmente.

Al tomar definitivamente en tierra el avión cabeceó sobre el terreno colapsando el tren delantero y la bancada del motor.

1.16.2. Comunicación Jefe de Vuelos

El Jefe de Vuelos del aeródromo de Los Alcores en Sevilla notificó el suceso a la CIAIAC, con fecha 01/03/2017, informando que sobre las 16:45 hora local había recibido una llamada telefónica del piloto de la aeronave del suceso, notificando que había tenido un fallo de motor en el despegue y que había aterrizado en la prolongación de la pista 23 del aeródromo, sin ninguna consecuencia física para él como único tripulante de la aeronave, ni tampoco afectando a terceros. Los daños en la aeronave, reseñados en ese momento, eran en la bancada del motor, los carenados de las ruedas y el habitáculo del motor.

Según su testimonio, el mecánico responsable del mantenimiento del avión se personó en el lugar del accidente nada más ocurrir y procedió a revisar la aeronave, colaborando en la retirada de la misma a un hangar del aeródromo.

Según el Jefe de Vuelos, el mecánico responsable del mantenimiento del avión y el perito de la Compañía aseguradora indicaron que la causa del accidente era el fallo total en los módulos de encendido electrónicos del motor.

1.16.3. Informe de inspección del mecánico responsable del mantenimiento de la aeronave

El piloto, tras sufrir el accidente, informó al mecánico responsable del mantenimiento de la aeronave, indicándole que había realizado un aterrizaje de emergencia fuera del aeródromo por una parada de motor.

El mecánico se dirigió al lugar de los hechos e inspeccionó el avión realizando las siguientes tareas y llegando a las siguientes conclusiones:

1. Revisión del estado de la hélice: la hélice está intacta, por lo tanto, confirma que hubo fallo de potencia total.
2. Inspección visual del estado del motor: no se encuentra nada extraño ni dañado.
3. Desmontaje de carburador: combustible limpio y con el nivel adecuado.
4. Desmontaje del gascolator: lleno de combustible y limpio.
5. Revisión de nivel de aceite: correcto

A continuación se trasladó la aeronave a los hangares del aeródromo y continuó la inspección como sigue:

6. Desmontaje de hélice y bujías: el motor giraba fácilmente.
7. Conexión de magnetos en posición "ON" y giro del motor: no se produce chispa en las bujías de encendido.
8. Desconexión de la derivación de masa de las magnetos realizando nuevamente la prueba anterior: nuevamente se comprueba que no hay chispa en las bujías.
9. Revisión del estator del motor, bobinas de baja, girando el motor y verificando que realiza correctamente su funcionamiento.
10. Inspección de los captadores: funcionamiento correcto.

Como consecuencia de lo anterior, el mecánico concluyó según su informe, que la causa del fallo de potencia pudo ser provocado por un fallo en las placas SMD (módulos electrónicos), considerando adicionalmente que según su experiencia, estas placas han provocado fallos de este tipo de motores, en muchos casos.

Adicionalmente se verificaron, a petición de esta Comisión, el cableado desde el mamparo cortafuego hasta los interruptores de cabina, realizando pruebas de continuidad con resultado positivo. Así mismo se comprobaron posibles roces de los cables de encendido, sin encontrar daños reseñables, salvo que en el tramo de cable desde el mamparo cortafuego al encendido del motor las cubiertas estaban excesivamente endurecidas y quebradizas.

1.16.4. Ensayos / Inspecciones

Considerando las actuaciones relatadas por el piloto, el mecánico de mantenimiento, la correspondiente inspección visual de la aeronave y la constatación de los hechos y restos de la aeronave, la investigación se centró en la inspección detallada del motor, procediéndose a desmontar diversos componentes y dispositivos que se consideraron de interés para la investigación, y que podían estar relacionados con lo ocurrido.

En primer lugar, dado que el mecánico responsable concluyó en su informe de intervención inmediata en la aeronave siniestrada que la causa del fallo de potencia pudo ser provocada por un fallo en las placas SMD (módulos electrónicos), se realizaron pruebas funcionales de dichos módulos en banco de pruebas.

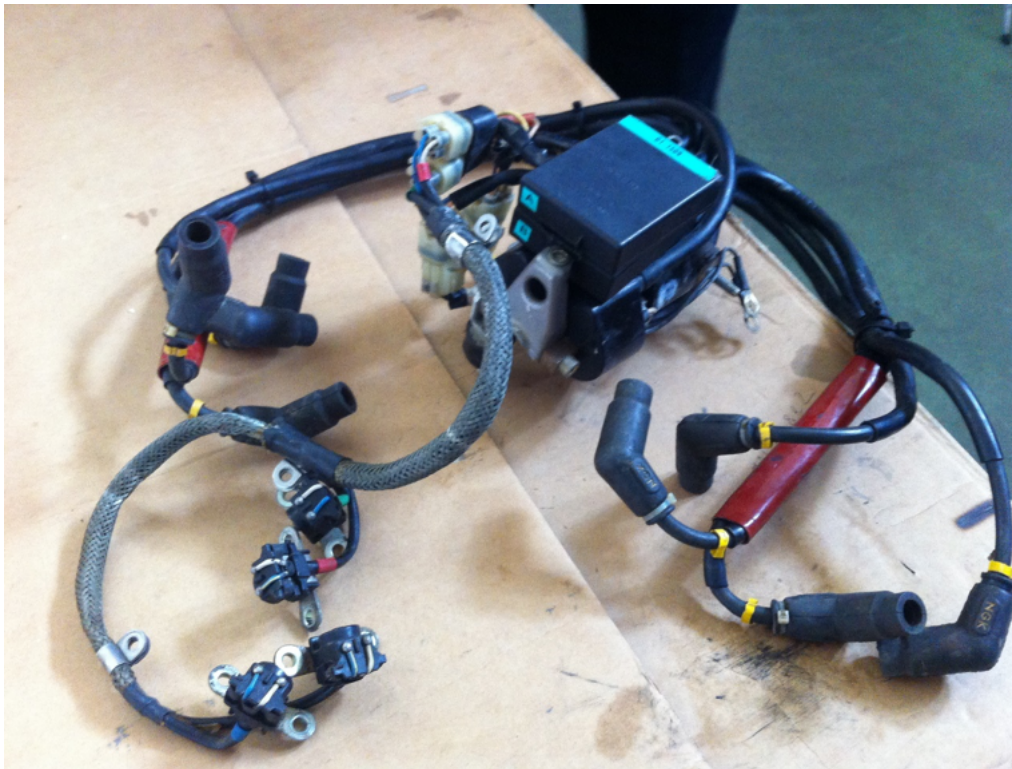
En segundo lugar, se inspeccionó el motor desmontando sus diferentes componentes y realizando pruebas de funcionamiento del sistema de encendido.

1.16.4.1. Ensayo del sistema de encendido en banco de pruebas

Dentro de las posibles causas de una parada de motor en vuelo se encuentra un defectuoso funcionamiento del sistema de encendido. Por ello se consideró conveniente el realizar un ensayo de las pruebas de funcionalidad de los siguientes componentes:

- los dos módulos SMD o módulos electrónicos de encendido,
- las dos bobinas de alta,
- los cables de bujías y sus conectores, y
- los captadores de encendido.

Para ello se desinstaló el conjunto de encendido del motor original y se ensayó instalándolo en otro motor ROTAX dispuesto en bancada.



Fotografía 5. Módulos electrónicos, cableado con conectores de bujías y captadores del sistema de encendido probado en banco de ensayo

El conjunto de encendido probado estaba compuesto por los módulos electrónicos p/n: 966 721 número de serie 01-1484 y 01-1485 junto con las bobinas de alta, los cables de bujías con conectores y el conjunto de captadores.

El resultado del ensayo en taller fue que el conjunto de encendido funcionaba correctamente.

No obstante se detectó que los conectores o pipas de las bujías no tenían la fuerza de retención mínima especificada por Rotax; el aislante del cableado estaba endurecido por el uso y además no se podía asegurar que las unidades electrónicas no hubieran sobrepasado los 80°C de temperatura máxima permisible en estos componentes, dado que los módulos no disponían de las etiquetas térmicas indicadas por el fabricante.

Con fecha 20/01/2013, Rotax emitió un comunicado informativo (information release) que afectaba a todos los números de serie del modelo 912 ULS, en relación al control de temperatura de los módulos de encendido de estos motores.

Dicha información hacía referencia al análisis realizado por Rotax al detectar algunos fallos técnicos en los módulos de encendido electrónico donde la causa del problema,

en muchos casos, se debía a que se excedía la temperatura máxima admisible de los componentes internos de los módulos electrónicos. De tal manera, que la sobrecarga térmica continuada de los módulos, a largo plazo, podía conducir a un mal funcionamiento del encendido o al fallo total del sistema de encendido con parada de motor.

Rotax identificó que la temperatura máxima permisible del componente era de 80° C y para verificar si esta temperatura era superada o no, sugirió la instalación de unas etiquetas sensibles al calor que visualizaran si esa temperatura se había sobrepasado.

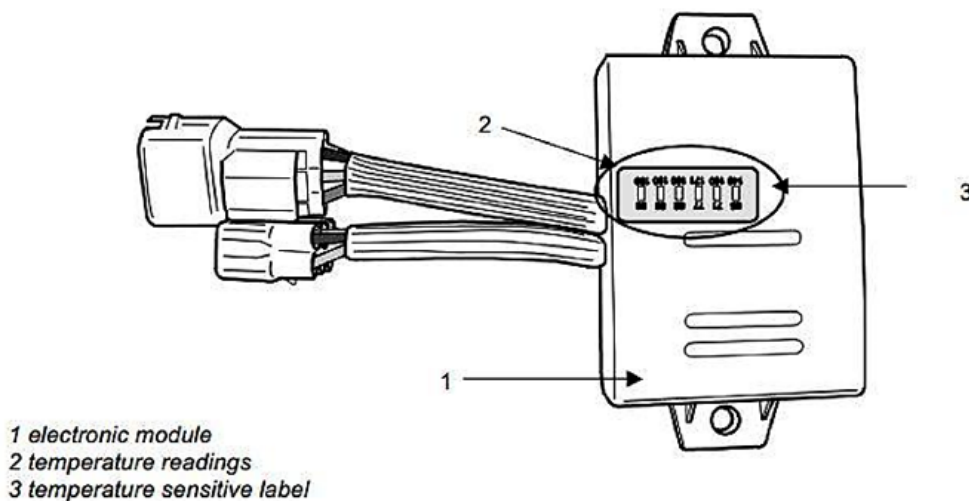


Figura 3. Módulos electrónicos del sistema de encendido con etiqueta térmica

Durante las tareas de mantenimiento, si se tiene constancia de que esa temperatura máxima se ha excedido, los módulos electrónicos deben ser sustituidos, dado que podrían originar fallos en su funcionamiento. Esta verificación de mantenimiento es contrastable y fiable si se dispone de la etiqueta térmica mencionada anteriormente.

1.16.4.2. Inspección del motor

Se revisaron en detalle los distintos sistemas del motor, en particular el de aceite, el de combustible y el de encendido.

Se comprobaron que los niveles de aceite eran adecuados, y las conducciones no mostraban ninguna fuga. El estado del filtro y la bomba de aceite eran aceptables.

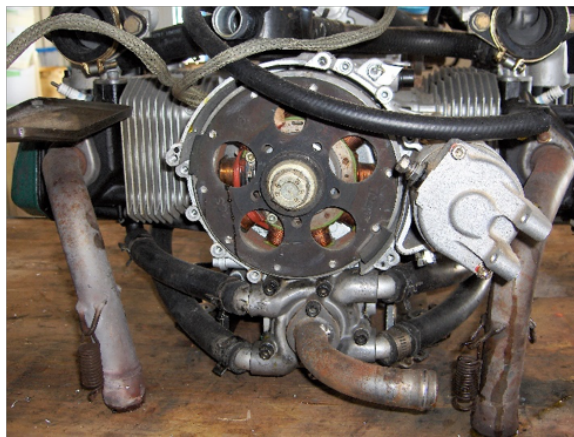
Se desmontaron el filtro de combustible y los carburadores y se inspeccionaron las conducciones. No se detectó ninguna anomalía en el sistema, incluidas las conexiones y la operatividad de los interruptores de cabina.

El combustible era el recomendado por el fabricante del motor y se encontraba en buenas condiciones.

Se procedió a instalar nuevamente en el motor original los módulos electrónicos de encendido que habían sido probados en el banco de pruebas del distribuidor oficial de Rotax, para comprobar el funcionamiento del sistema de encendido en su conjunto. El resultado fue el siguiente:



Fotografía 6. Módulos electrónicos instalados en el motor original



Fotografía 7. Estator con cableado del motor desmontado del accidente

- Con la magneto "A", dos de las cuatro bujías no producían chispa. Se intercambiaron las conexiones de entrada de la bobina de las que fallaban por la que no daba fallos, con objeto de comprobar si el fallo era debido a que la bobina de alta de las bujías afectadas no funciona. El fallo se traspasa. Se revisa y mueve el cableado, y se apreció que entonces fallaban intermitentemente. Por lo que se llega a la conclusión de que las bobinas funcionaban, pero que el cableado además de su mal aspecto, endurecido y con rozaduras, no se encuentra en buen estado.
- Se realizan las mismas pruebas con la magneto "B" y las cuatro bujías producen chispa. El sistema funciona aceptablemente.
- Se constata de nuevo que los conectores o pipas de las bujías no se retienen con la fuerza adecuada indicada por el fabricante de 30N.

1.16.4.3. Procedimientos de operación

A) Procedimiento de arranque del motor definido por el fabricante de la aeronave:

En el manual de vuelo de la aeronave, dentro de los procedimientos de operación, no se incluye ningún procedimiento específico, relativo al re-encendido tras una parada en vuelo del motor.

La lista de comprobación del arranque del motor en tierra incluye las siguientes actuaciones:

1. Llave interruptor general ON.
2. Válvulas de combustible ambas en ON.
3. Mando de gases al mínimo.
4. Aire según sea necesario.
5. Interruptor de encendido ON.
6. Zona de la hélice libre.
7. Arranque con la llave en posición START.
8. Revoluciones de la hélice 2400-2600 rpm.
9. Aire quitado.
10. Verificación de los instrumentos de motor.
11. Controlar el aumento de la presión del aceite (valor máximo en frío, 7 bar).

B) Procedimiento de arranque del motor en vuelo definido por el fabricante del motor:

En el manual de operación del motor, el fabricante indica que dentro de las operaciones normales, deben realizarse una serie de comprobaciones diarias tales como:

- Revisión del nivel de refrigerante
- Comprobación de los componentes mecánicos: girado de la hélice para observar si hay ruidos o resistencias anómalas.
- Carburador: comprobar que el cable del acelerador se mueve libremente, así como su actuación desde cabina.
- Escape: observar si hay daños, fugas, valorando el estado general.

Tras esta actuación, el procedimiento de encendido según el fabricante del motor, descrito en el manual del operador, incluye las siguientes actuaciones:

Llave de combustible abierta
Starting carb. activado
Mando de potencia en posición neutra
Interruptor general "on"

Ignitionencendidos ambos

Starter.....actuado

El arranque debe actuarse durante un tiempo máximo de 10 segundos. Se podrá iniciar otro arranque transcurrido un periodo mínimo de descanso de 2 segundos.

- En el momento en el que el motor empieza a rodar, el mando de potencia debe ajustarse suavemente hasta las 2500 rpm. Una vez estabilizada la presión de aceite por encima de 2 bar, entonces se puede incrementar la potencia. Es importante esperar a alcanzar una velocidad constante antes de re-acelerar. No se actuará el arranque mientras el motor esté todavía girando, deberá esperarse a que esté parado completamente.

En los procedimientos del fabricante del motor definidos para situaciones de operación no normal, se contempla la parada de motor en vuelo, indicando que el re-encendido debe realizarse según el mismo procedimiento definido para realizar en el arranque en tierra que ha sido descrito anteriormente, pero al estar el motor caliente, sin actuar el starter.

C) Procedimientos de emergencia definido por el fabricante de la aeronave:

De los procedimientos de emergencia establecidos por el fabricante de la aeronave en su manual de vuelo se encuentran los siguientes aplicables al suceso:

Fallo del motor inmediatamente tras el despegue:

1. Buscar un lugar para aterrizar
2. Mando de gases mínimo (palanca toda fuera)
3. Válvula de combustible OFF
4. Interruptor de encendido OFF
5. Flaps como corresponda
6. Llave interruptor general OFF
7. Aterrizaje con las alas niveladas.

Aterrizaje forzoso sin motor:

1. La velocidad óptima de planeo es de 100 km/h
2. Identificar el terreno más adecuado para un aterrizaje de emergencia, a ser posible contra el viento

3. Válvula de combustible OFF
4. Interruptor de encendido OFF
5. Apretar el cinturón de seguridad, desbloquear las puertas de la cabina
6. Flaps como corresponda
7. Cuando se esté seguro de que se va a aterrizar llave del interruptor general en OFF

1.16.4.4. Requerimientos de mantenimiento definidos por el fabricante del motor

De acuerdo al manual de mantenimiento del fabricante del motor, se establecen las siguientes revisiones:

- 25 horas: cuando el motor es nuevo o se le ha realizado una revisión general ("overhaul"). Transcurridas las primeras 25 horas de operación debe realizarse una inspección con los mismos puntos de comprobación de las revisiones de 100 horas.
- 50 horas: es una revisión recomendada aunque tiene carácter obligatorio cuando la aeronave utiliza combustible AVGAS con plomo, en cuyo caso debe realizar un cambio de aceite cada 50 horas.
- 100 horas: esta revisión es la habitual para este tipo de motor e incluye las siguientes tareas de comprobación:
 1. Inspección visual del motor.
 2. Tornillo magnético.
 3. Comprobación de compresión.
 4. Comprobación de la suspensión del motor.
 5. Comprobación del sistema de entrada de aire.
 6. Comprobación de piezas externas del motor como tornillos, tuercas, cables de seguridad, etc.
 7. Limpieza de motor.
 8. Comprobación del filtro del aire.
 9. Comprobación de los carburadores.
 10. Bujías: desmontaje y comprobación del estado.
 11. Limpieza del sistema de refrigeración: cuando se realice el cambio de refrigerante.

12. Comprobación de torques de fricción en la caja de engranajes de la hélice.
 13. Cambio de aceite.
 14. Comprobación del nivel de aceite.
 15. Comprobación de la tensión de correas.
 16. Comprobación del buen funcionamiento del motor
 17. Comprobación de rodaje del motor
- 200 horas: la revisión de 200 horas incluye todos los puntos de la revisión de 100 horas y los siguientes puntos adicionales:
 - 1) Comprobación en los carburadores:
 - » de la ventilación de las cámaras de flotadores,
 - » el desmontaje completo de los carburadores e inspección,
 - » inspección del conjunto de la cámara de flotadores de posible contaminación o corrosión.
 - 2) Comprobación de las tomas y los depósitos de carburadores.
 - 3) Comprobación de la sujeción de los conectores de bujías (o pipas): la mínima fuerza de retención exigida es de 30N.
 - 4) Sustitución de las bujías.
 - Revisión General: Para el motor 912 ULS, con número de serie entre el 4427533 hasta 6775789 inclusive, el TBO (*time between overhaul*) o periodo entre revisiones generales es en este caso de 1500 horas o 12 años, lo que ocurra antes.

En relación al sistema eléctrico, el manual de mantenimiento de Rotax establece, en la inspección visual del motor incluida en la revisión de 100 horas, la necesidad de comprobar el cableado del motor, conectores, tomas de tierra, etc., en especial los ajustes, la fijación y apriete de sus conectores y el estado de los recubrimientos del cableado, para detectar la posible presencia de daños y corrosión. Y específicamente se hace mención a la revisión del cableado entre los módulos electrónicos y las bobinas de encendido, así como al de las bujías y sus cables de encendido y conectores.

El fabricante del motor establece, dentro de la identificación de fallos, el caso en el que el motor funcione aleatoriamente, en cuyo caso la causa del fallo de funcionamiento puede ser, bien debido a un problema en el sistema de combustible o bien, en el sistema de encendido.

En el primer caso, el origen puede encontrarse en el suministro de combustible, en el mal estado de los carburadores, las cámaras de flotación, la presencia de agua y/o hielo en el carburador y a la calidad del combustible.

En el segundo caso, el fallo puede ser producido por un problema en el sistema de encendido debido a la aparición de cortocircuitos en el cableado, problemas de funcionamiento de los módulos electrónicos, en las bujías, en el mal estado de las conexiones de las bujías o en las bobinas de encendido.

1.17. Información sobre organización y gestión

No es de aplicación.

1.18. Información adicional

No es de aplicación.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el área del aeródromo de los Alcores (LEAH), en el entorno horario en el que se produjo el suceso (16:30 hora local), fueron unas condiciones aptas para el vuelo, sin constatare ninguna condición adversa imprevista influyente en el accidente.

En conclusión, no parece que se haya producido ningún fenómeno meteorológico que pudiera haber contribuido al accidente.

2.2. Análisis del vuelo

El vuelo se realizó sin incidencias hasta el momento en el que el piloto decidió hacer varias maniobras sobre la pista como acostumbraba a realizar después del vuelo.

Al hacer una aproximación a la pista 05 y pasar por el eje de la misma, en vuelo lento y controlado, realizó un “motor y al aire” aplicando potencia máxima, y en el tramo de ascenso, “viento en cara”, sobre 200 pies con rumbo 05 retrajo los flaps.

Sobre 300 pies, se produjo el primer intento de parada del motor. El piloto de forma inmediata reinició la secuencia de encendido, consiguiendo que la hélice volviera a girar unos 2 o 3 segundos y comenzando entonces a aplicar potencia gradualmente. El avión volaba recto y nivelado, pero a los pocos segundos el motor volvió a perder potencia hasta pararse totalmente. El piloto de forma inmediata volvió a reiniciar la secuencia de encendido, esta vez sin éxito, y el avión comenzó a descender.

A continuación comenzó a aplicar el procedimiento de aterrizaje de emergencia sin motor, intentando mantener la aeronave nivelada para tomar tierra con el tren principal. Cerró las llaves de combustible y de encendidos.

El avión viró unos grados a la derecha impactando a baja velocidad, según la percepción del piloto, inicialmente con el tren principal, en un campo arado, elevándose a continuación ligeramente para caer finalmente, colapsándose el tren de morro en el terreno y haciendo que el avión cabeceara, hundiendo el cono de morro en el terreno.

Con el procedimiento aplicado por el piloto tras la primera parada de motor reiniciando el encendido consiguió, según su testimonio, que la hélice volviera a girar durante unos 2 o 3 segundos pero de forma inmediata el piloto comenzó a aplicar potencia gradualmente, y según el procedimiento de arranque del motor en vuelo

del fabricante del motor, debió esperar a alcanzar una velocidad constante antes de re-acelerar, y a que la presión de aceite fuera estable por encima de los 2 bar antes de continuar incrementando la potencia.

No hay constancia de que este procedimiento se aplicara incorrectamente. La actuación previa del piloto, metódica y conocedora de los procedimientos de emergencia, permite presuponer que se realizó correctamente.

Por otro lado, la decisión de realizar el aterrizaje de emergencia en los campos situados en la prolongación de la pista, sin intentar regresar a la misma, considerando que la aeronave se encontraba a muy baja altura y con velocidad de planeo, fue, sin duda, la más acertada para intentar minimizar los daños materiales y personales ocasionados.

2.3. Análisis de los restos de la aeronave

Los daños identificados en la aeronave son coherentes con el impacto en el terreno.

La hélice no sufrió daños dado que el motor estaba completamente parado en el momento del impacto.

La rueda de morro no pudo rodar facilitando el aterrizaje dado que el contacto se produjo con un terreno blando, arado, que provocó el hundimiento del tren, colapsándose. En su impacto contra el terreno, la pata del tren de morro se deformó en el sentido de la marcha. La fuerza ejercida sobre la aeronave durante el impacto provocó la deformación de la bancada del motor, lo que se produjo a pesar de no impactar directamente con el motor en el terreno, dado que en este tipo de aeronave es la propia bancada del motor la que soporta la pata de morro, no encontrándose como es habitual en otras aeronaves anclada directamente a la estructura de cabina.

En consecuencia el habitáculo de motor resultó también deformado.

La rotura de los carenados del tren principal se produjo probablemente en el primer impacto con el terreno, dado que la aeronave botó volviendo al aire, presumiblemente por un exceso de velocidad.

Tras este efecto y con el motor parado, la aeronave se quedó sin velocidad y cayó contra el terreno provocando que el tren de morro cediera y se colapsara.

Estos hechos justificarían la deformación producida en la pata del tren de morro y la destrucción de su carenado.

El cabeceo de la aeronave, tras detenerse por el colapso del tren de morro en el terreno, justifica la presencia de tierra y los arañazos encontrados en el cono de morro. Dado que se produjo cuando la aeronave ya se había detenido, los daños identificados no son de gran entidad.

2.4. Análisis del sistema de combustible

Los dos depósitos de combustible de la aeronave tienen una capacidad de 35 litros cada uno. Según el testimonio del piloto, en el momento de la comprobación pre-vuelo constató que disponía del 50% de la capacidad total, lo que supondría que en los depósitos había unos 35 litros. El piloto rellenó los depósitos con 22 litros adicionales, con lo que el combustible disponible en el momento de iniciar el vuelo era de 57 litros.

No se apreciaron fugas en el sistema de combustible, ni en las conducciones ni en los depósitos, que pudieran haber disminuido la cantidad disponible en vuelo. El combustible utilizado era el recomendado por el fabricante del motor y se encontraba en buen estado.

Considerando que el consumo a plena potencia, según la especificación de la aeronave, es de 28 litros/hora y que el vuelo duró una hora y media, cabe inducir que el motor disponía de suficiente combustible para su funcionamiento y que la parada de motor no fue motivada por esta razón.

2.5. Análisis del mantenimiento de la aeronave

En el momento del accidente la aeronave tenía un registro acumulado de 1868 horas de vuelo y 63 minutos, lo que suponía 268 horas de vuelo más de las registradas desde la última revisión general ("overhaul") y 68 horas más desde la última revisión de mantenimiento realizada el 13/12/2016, que correspondió a una revisión de 200 horas.

Según los puntos de comprobación establecidos por el fabricante del motor, cada 200 horas se deben realizar las tareas correspondientes a 100 horas y algunos puntos adicionales tales como:

- 1) Comprobación en los carburadores:
 - » de la ventilación de las cámaras de flotadores,
 - » el desmontaje completo de los carburadores e inspección,
 - » inspección del conjunto de la cámara de flotadores de posible contaminación o corrosión.

- 2) Comprobación de las tomas y bandejas de carburadores.
- 3) Comprobación de la sujeción de los conectores de bujías (o pipas) mínimo 30N.
- 4) Sustitución de las bujías.

La revisión del estado general del cableado del motor, específicamente el correspondiente al sistema de encendido, debió realizarse en esta última inspección de 200 horas llevada a cabo el 13/12/2016.

Teniendo en cuenta las pruebas e inspecciones realizadas al motor durante esta investigación, en particular al sistema de encendido, se puede concluir que el estado general del mantenimiento era aceptable, a excepción de lo siguiente:

- El estado de los conectores de las bujías era inadecuado dado que no tenían la fuerza de retención mínima especificada por el fabricante del motor establecida en 30N. Este deterioro supone que no pueda garantizarse el buen contacto entre el cable de chispa y el terminal de la bujía, lo que puede provocar una pérdida de rendimiento del motor, por fallos en el encendido. Esta comprobación debió haberse realizado en la revisión de 200 horas realizada el 13/12/2016. Considerando que las horas transcurridas desde dicha revisión hasta el momento del suceso fueron solo de 68 horas de vuelo, el uso durante ese número de horas de vuelo no justifica el mal estado en el que se encontraban los conectores. Por tanto hace presuponer que el mantenimiento fue realizado inadecuadamente.
- El aislante del cableado del sistema de encendido estaba endurecido por el uso, algunos cables mostraban rozaduras y daños que no permiten asegurar la continuidad de corriente eléctrica. Como en el punto anterior, el cableado debió ser revisado y sustituido durante la última inspección de 200 horas, dado que el transcurso de 68 horas de vuelo adicionales no justifican el deterioro mostrado en el momento del suceso.
- Los módulos electrónicos, aunque fueron probados en un banco de ensayo y en el motor original, mostrando un funcionamiento correcto, no disponían de las etiquetas térmicas indicadas por el fabricante del motor para asegurar que las unidades electrónicas no habían sobrepasado en ningún momento durante su funcionamiento los 80°C de temperatura máxima permisible de los componentes. Por lo tanto, no puede garantizarse que no se hayan producido fallos aleatorios de encendido durante el vuelo, que pudieran haber provocado la parada de motor en vuelo.

Como consecuencia de todo lo anterior, se puede concluir que el mantenimiento del sistema de encendido realizado en la última revisión de 200 horas no fue el adecuado y el fallo del mismo pudo provocar la parada de motor en vuelo.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto de la aeronave poseía licencia de Piloto de Ultraligero (TULM) con habilitación "Multieje de Ala Fija" (MAF), válida y en vigor.
- El certificado médico de clases 2 y LAPL era válido y estaba en vigor.
- La experiencia del piloto era de 182 horas de vuelo y 32 minutos, realizadas en su totalidad en el tipo de aeronave ultraligera del suceso.
- La aeronave era una aeronave ultraligera de escuela, autorizada así mismo para el uso privado.
- El piloto al mando era copropietario de la aeronave.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.
- La aeronave disponía del certificado de aeronavegabilidad válido y en vigor para realizar la operación.
- La aeronave fue construida en 2002 y tenía 1868 horas de vuelo y 63 minutos registrados.
- El mantenimiento de la aeronave era realizado por una persona contratada por el propietario, sin licencia autorizada por AESA, aunque ésta última no es preceptiva según la normativa vigente
- La última revisión de mantenimiento programado se realizó el 13/12/2016 cuando la aeronave contaba con 1800 horas de vuelo, correspondiente a una revisión programada de 200 horas.
- La investigación ha revelado que el mantenimiento del sistema de encendido del motor era inadecuado, en particular el del cableado y los conectores de las bujías.

El estado de los conectores de las bujías era inadecuado dado que no tenían la fuerza de retención mínima especificada por el fabricante del motor establecida en 30N.

En el resto de sistemas del motor no se han apreciado actuaciones incorrectas de mantenimiento.

- El análisis de los restos de la aeronave ha mostrado que la aeronave impactó contra el terreno con el tren de aterrizaje principal y de morro, con el motor completamente parado y que no se ha identificado que hubiera ningún daño previo al impacto, que pudiera haber influido en el accidente.

- El sistema de combustible no sufrió pérdidas detectables, el combustible era el adecuado y se disponía de suficiente cantidad para la realización del vuelo.
- El piloto resultó ileso y pudo salir de la aeronave por sus propios medios.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El impacto de la aeronave contra el terreno se produjo al realizar un aterrizaje de emergencia, tras producirse una parada de motor irrecuperable por el piloto.

La causa del accidente fue la realización de un aterrizaje de emergencia y fuera de pista, tras la parada de motor de la aeronave, motivada por un malfuncionamiento del sistema de encendido del motor.

Se considera factor contribuyente al accidente el inadecuado mantenimiento del sistema de encendido del motor.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Como resultado de recomendaciones realizadas en informes anteriores por esta Comisión, a AESA y a DGAC, se ha elaborado un borrador de Real Decreto a iniciativa de AESA, relativo a los requisitos exigidos a aeronaves ultraligeras, de construcción por aficionado e históricas, sobre aeronavegabilidad continuada. Las respuestas a estas recomendaciones fueron todas satisfactorias y se encuentran en su mayor parte abiertas y en proceso de implementación, pendiente de la aprobación del mencionado Real Decreto.

Se reitera la necesidad de revisión de la normativa aplicable a aeronaves ultraligeras, de construcción por aficionado e históricas para asegurar los siguientes aspectos relativos a la seguridad operacional:

- mejorar la actual regulación sobre aeronavegabilidad continuada de los ultraligeros, y en particular; introducir los requisitos necesarios para controlar e inspeccionar el mantenimiento y la gestión de la aeronavegabilidad continuada realizados por los propietarios de la aeronave. (REC 04/17 a AESA; REC 05/17 a DGAC)
- realizar una supervisión efectiva sobre el mantenimiento y seguimiento de las operaciones que los propietarios, como últimos responsables, realizan sobre las aeronaves ultraligeras y de construcción amateur en España (REC 24/16 a AESA)
- modificar la normativa de aeronaves ultraligeras y de construcción amateur en España con objeto de que tareas de mantenimiento que se podrían considerar como mayores, no sean realizadas por los propietarios sino por:
 - » Una organización de mantenimiento, o
 - » Técnicos de mantenimiento con licencia(REC 25/16 a AESA; REC 26/16 a DGAC)
- requerir la conservación de una copia de la documentación de la aeronave (REC 27/16 a AESA; REC 28/16 a DGAC)
- incluir en la nueva normativa a desarrollar, la obligación a los propietarios u operadores de aeronaves ULM a establecer una suscripción a un canal de comunicación con el fabricante para la recepción de información actualizada por su parte como, por ejemplo, boletines e instrucciones de servicio (REC 34/15 a DGAC; REC 35/15 a AESA).

Adicionalmente, se proponen las siguientes recomendaciones de seguridad operacional:

REC 07/18: Se recomienda a la asociación de aviación ligera AEPAL (Asociación Española de Pilotos de Aeronaves Ligeras) que difunda el contenido de este informe entre sus asociados a través de las actividades regulares y jornadas de divulgación sobre seguridad operacional, para conseguir el alcance a la información y a las lecciones aprendidas.

REC 08/18: Se recomienda a la asociación de aviación ligera AOPA (Aircraft Owners and Pilots Association) que difunda el contenido de este informe entre sus asociados a través de las actividades regulares y jornadas de divulgación sobre seguridad operacional, para conseguir el alcance a la información y a las lecciones aprendidas.

REC 09/18: Se recomienda a la asociación de aviación ligera AEPAL (Asociación Española de Pilotos de Aeronaves Ligeras) que informe a sus asociados de la necesidad de establecer canales de comunicación y/o suscripciones, con los fabricantes de las aeronaves y de los motores, para la recepción de información actualizada a través de boletines, instrucciones de servicio, etc.

REC 10/18: Se recomienda a la asociación de aviación ligera AOPA (Aircraft Owners and Pilots Association) que informe a sus asociados de la necesidad de establecer canales de comunicación y/o suscripciones, con los fabricantes de las aeronaves y de los motores, para la recepción de información actualizada a través de boletines, instrucciones de servicio, etc.