

# CIAIAC

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

## Informe técnico A-016/2020

Accidente ocurrido el día  
9 de junio de 2020, a la aeronave  
Piper PA-28R-200, matrícula  
EC-HLV, en el aeródromo de  
Casarrubios del Monte (Toledo)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

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

NIPO: 796-21-146-1

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@mitma.es](mailto:ciaiac@mitma.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) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 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.

## Indice

<b>Abreviaturas</b> .....	4
<b>Sinopsis</b> .....	6
<b>1. INFORMACIÓN FACTUAL</b> .....	6
1.1. Antecedentes del vuelo.....	6
1.2. Lesiones personales.....	7
1.3. Daños a la aeronave.....	7
1.4. Otros daños.....	7
1.5. Información sobre el personal.....	7
1.6. Información sobre la aeronave.....	9
1.7. Información meteorológica.....	15
1.8. Ayudas para la navegación.....	16
1.9. Comunicaciones.....	16
1.10. Información de aeródromo.....	17
1.11. Registradores de vuelo.....	18
1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada.....	18
1.13. Información médica y patológica.....	21
1.14. Incendio.....	21
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	21
1.16. Ensayos e investigaciones.....	21
1.17. Información orgánica y de dirección.....	33
1.18. Información adicional.....	34
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	34
<b>2. ANÁLISIS</b> .....	35
2.1. Análisis de la situación meteorológica.....	35
2.2. Análisis de la operación.....	35
2.3. Análisis del mantenimiento de la aeronave.....	37
2.4. Análisis de los restos de la aeronave.....	40
2.5. Análisis de la organización y la gestión.....	41
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	43
3.1. Constataciones.....	43
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	44
<b>4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL</b> .....	45

### Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
°F	Grado(s) Fahrenheit
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AMM	<i>Manual de mantenimiento de la aeronave</i>
apms	Ángulo punto muerto superior
ATPL	Licencia de piloto de transporte de línea aérea
ATO	Organización aprobada de entrenamiento ( <i>Approved Training Organisation</i> )
CAMO	Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad
CPL	Licencia de piloto comercial
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CR	Habilitación de clase
CRI	Habilitación de instructor de clase
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i>
FI	Instructor de vuelo
FI NIGHT	Instructor de vuelo nocturno
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
HP	Caballo de potencia
IFR	Reglas de vuelo instrumental
IPC	Catálogo ilustrado de piezas ( <i>Illustrated Parts Catalogue</i> )
IR (A)	Habilitación instrumental de avión
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
kt(s)	Nudo(s)
l , l/h	Litro(s), litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LECU/LEVS	Código OACI Aeropuerto de Cuatro Vientos (Madrid)
LEGT	Código OACI Aeropuerto de Getafe (Madrid)

## Informe técnico A-016/2020

---

LEMT	Código OACI Aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo)
LT	Hora local ( <i>local time</i> )
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
m/s	Metro(s)/segundo
m <sup>2</sup>	Metro(s) cuadrados
mbar	Milibar(es)
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MHz	Megahercio
mph	Milla(s) por hora
N	Norte
NDT	Ensayo no destructivo ( <i>Non Destructive Testing</i> )
n/p	Número de pieza
n/s	Número de serie
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
O	Oeste
OM	<i>Manual de Operaciones</i>
PF	Piloto a los mandos ( <i>Pilot flying</i> )
PIC	Piloto al mando ( <i>Pilot in command</i> )
POH	Manual de operaciones del piloto ( <i>Pilot Operating Handbook</i> )
PPL	Licencia de piloto privado
rpm	Revoluciones por minuto
SEM-EDS	Microscopía electrónica de barrido-Espectroscopía de Rayos-X
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
Sq ft	Pie(s) cuadrado(s)
TAF	Pronóstico de aeródromo ( <i>Terminal aerodrome forecast</i> )
TSN	Tiempo desde nuevo ( <i>Time since new</i> )
TSO	Horas de vuelo desde la última revisión general ( <i>Time since overhaul</i> )
US gal	Galón estadounidense
US quarts	Cuarto de galón estadounidense
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de Vuelo Visual
W	Oeste

### Sinopsis

Operador:	AEROFAN ATO
Aeronave:	Piper PA-28R-200 ARROW II, matrícula EC-HLV n/s: 28R-7435019
Fecha y hora del accidente:	Martes 9 de junio de 2020, 17:35 hora local
Lugar del accidente:	Aeródromo de Casarrubios - LEMT (Casarrubios del Monte - Toledo)
Personas a bordo:	Dos pilotos instructores
Tipo de vuelo:	Aviación General
Fase de vuelo:	Aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	25 de febrero de 2021

### Resumen del suceso

El martes 9 de junio de 2020, la aeronave Piper PA-28R-200, matrícula EC-HLV, realizó un aterrizaje con pérdida de potencia en un aeródromo alternativo, durante el transcurso de un vuelo realizado por dos instructores de la escuela de pilotos que operaba la aeronave.

La tripulación resultó ilesa y la aeronave sufrió daños en la hélice, los flaps y la parte inferior del fuselaje.

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente, la falta de adherencia a los procedimientos operacionales, que condujo al aterrizaje con el tren de aterrizaje no extendido.

Se consideran factores contribuyentes al accidente:

- la anulación del sistema de extensión automática del tren de aterrizaje, y
- la pérdida de potencia del motor como consecuencia del fallo producido en el cilindro nº 4 por un inadecuado mantenimiento del motor.

El informe contiene una recomendación dirigida a AESA para que realice una supervisión de SINMA AVIACIÓN, S.L. relativa a su aprobación como Organización de Mantenimiento ES.145.113; una recomendación a SINMA AVIACIÓN, S.L. para garantizar la correcta realización de sus revisiones de mantenimiento, actualizando sus mejores prácticas; y una recomendación a AEROFAN ATO con objeto de garantizar que los vuelos de reentrenamiento de su equipo instructor se preparen adecuadamente durante las reuniones prevuelo de la tripulación.

## **1. INFORMACIÓN FACTUAL**

### **1.1. Antecedentes del vuelo**

Según declaración de los ocupantes de la aeronave, el 9 de junio de 2020, la aeronave Piper PA-28R-200, operada por una escuela de pilotos, con matrícula EC-HLV, inició a las 17:00 hora local un vuelo con dos instructores de la escuela, con objeto de realizar un vuelo de actualización con prácticas de tomas y despegues tras un período largo de inactividad. El vuelo era un vuelo local con origen y destino el aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos (LECU).

Tras realizar tres tomas y despegues sin incidencias, decidieron salir del aeropuerto para realizar un vuelo por las cercanías. A la altura de Valmojado, al simular un fallo de motor y cortar gases, el motor empezó a funcionar de forma irregular, por lo que decidieron volver a LECU. Incrementaron potencia y con todos los indicadores de motor en sus valores normales, el motor reaccionó de forma adecuada. A la altura de Navalcarnero, cuando se encontraban a unos 3000 ft de altura y a una velocidad de 120 kts, con la potencia al máximo para mantener el ratio de descenso al mínimo, se produjeron de nuevo explosiones de forma intensa y con fuertes vibraciones. Con dificultades para mantener el nivel de vuelo aún con las palancas de potencia en su posición máxima, decidieron dirigirse hacia el aeródromo de Casarrubios del Monte (LEMT) que se encontraba en las cercanías para realizar un aterrizaje de emergencia.

Al intentar comunicar por radio que se dirigían a LEMT por un fallo de motor, se produjo una interrupción en el suministro eléctrico del avión que dificultó las comunicaciones.



Fotografía 1. Aeronave siniestrada en el lugar del accidente

Aunque el PF empezó a girar hacia la derecha para realizar un viento en cola de la pista 08 de LEMT, el PIC consideró que era más directo dirigirse directamente al tramo base de la pista 26 de manera que se lo hizo saber intentando tomar los mandos. El PF giró hacia base de la pista 26 y recuperada la electricidad, el PIC le indicó que cogía los mandos.

Configuraron el avión para el aterrizaje, pero debido al fallo de suministro eléctrico no pudieron comprobar si el tren había sido desplegado o no.

Finalmente aterrizaron a las 17:35 hora local con el tren de aterrizaje no extendido y tras asegurar el avión, la tripulación pudo salir ilesa y por su propio pie de la aeronave.

### 1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
llesos	2		2	
TOTAL	2		2	

### 1.3. Daños a la aeronave

La aeronave sufrió daños importantes a consecuencia del accidente en la hélice, la parte inferior del fuselaje y los flaps.

### 1.4. Otros daños

No se produjeron daños a terceros derivados del aterrizaje de emergencia en el aeródromo.

### 1.5. Información sobre el personal

Las licencias de la tripulación de la aeronave del suceso se han visto afectadas por la Resolución de 5 de mayo de 2020, de la Dirección de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, por la que se emitió una exención, de conformidad con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento (UE) 2018/1139, para la extensión de la validez y otros períodos de tiempo, relativos a las licencias, habilitaciones, atribuciones, anotaciones y certificados de pilotos, instructores, examinadores y TCP para la reducción del impacto negativo sobre la aviación comercial y general, ocasionado por la crisis global del coronavirus COVID-19.

### 1.5.1. Piloto al mando (PIC)

El piloto al mando (PIC), de nacionalidad española y 27 años de edad, tenía una licencia de piloto comercial de avión, CPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 26/07/2016 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación SEP (*land*) de monomotores de pistón válida hasta el 31/05/2020.
- Habilitación MEP (*land*) de multimotores de pistón válida hasta el 31/07/2020.
- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta 31/07/2020.
- Habilitación de instructor de vuelo, FI(A), de PPL, CPL, SEP, FI NIGHT válida hasta 28/02/2021.
- Competencia lingüística inglés nivel 5 válida hasta 30/06/2022.

Disponía de certificado médico para la clase 1 en vigor hasta el 03/10/2020, y para las clases 2 y LAPL hasta el 03/10/2024.

Su experiencia total de vuelo era de 951,2 horas, de las cuales en la aeronave del suceso Piper PA28 Arrow eran 3,2 horas de vuelo y en la PA28 Warrior, era de 93,3 horas, esta última con tren fijo. Otros tipos de aeronaves en las que disponía experiencia eran la Cessna C152, C172, DA40 y DA42.

Así mismo de las horas totales de vuelo, disponía de 832,7 horas como PIC y 706,6 horas como instructor.

Su experiencia de vuelo con el PF del suceso era de un total de ocho horas de vuelo.

Su antigüedad como instructor de vuelo en la escuela operadora de la aeronave era de un año y diez meses.

La fecha del último vuelo realizado con anterioridad al accidente fue el 12/03/2020 con una duración total de 1,3 horas de vuelo en otra aeronave y en la aeronave del suceso, fue un vuelo de una hora de duración realizado el 18/02/2020.

### 1.5.2. Piloto a los mandos (PF)

El piloto a los mandos de la aeronave (PF), de nacionalidad española, de 35 años de edad, tenía licencia de piloto comercial de avión, CPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 06/09/2017 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación SEP (*land*) de monomotores de pistón válida hasta el 31/05/2020.
- Habilitación MEP (*land*) de multimotores de pistón válida hasta el 31/12/2019.
- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta 31/12/2019.
- Habilitación de instructor de vuelo, FI(A), de PPL, CPL, SEP, FI NIGHT válida hasta 31/08/2021.
- Competencia lingüística inglés nivel 4 válida hasta 14/09/2021.

Disponía de certificado médico para la clase 1 se encontraba en vigor hasta el 10/12/2020, y para las clases 2 y LAPL hasta el 10/12/2024.

Su experiencia total de vuelo era de 920 horas, de las cuales en modelos similares de Piper PA28 a la del suceso, era de 47 horas de vuelo, y en el modelo Arrow del suceso, entre quince y veinte horas realizadas durante su formación como piloto hacía aproximadamente tres años.

Otros tipos de aeronaves en las que disponía experiencia eran la Cessna C152, C172, C310, DA40 y DA42.

Así mismo de las horas totales de vuelo, disponía de 688 como PIC y de 624 horas como instructor.

Su antigüedad como instructor de vuelo en la escuela operadora de la aeronave era de un año y nueve meses.

La fecha del último vuelo realizado con anterioridad al accidente fue el 23/03/2020 con una duración total de tres horas de vuelo 25 minutos en otro tipo de aeronave, y en la aeronave del suceso, no disponía de vuelos registrados.

### 1.6. Información sobre la aeronave

#### 1.6.1. Información general

La aeronave Piper PA-28R-200 Arrow II es un avión monomotor íntegramente de metal, de cuatro plazas, ala baja y tren de aterrizaje retráctil de tipo triciclo, diseñado para vuelos en condiciones VFR e IFR.

#### Estructura:

- Envergadura: 32,22 ft
- Longitud: 24,6 ft
- Superficie alar: 170 sq ft
- Altura máxima: 8,0 ft
- Peso en vacío: 783 kg
- Peso máximo al despegue: 1202 kg (según último informe de peso y centrado de la aeronave de fecha 10/10/2006)

#### Actuaciones de velocidad:

- Velocidad de crucero óptima: 165 mph
- Velocidad de entrada en pérdida con tren plegado: 71 mph
- Velocidad de entrada en pérdida con tren extendido: 64 mph

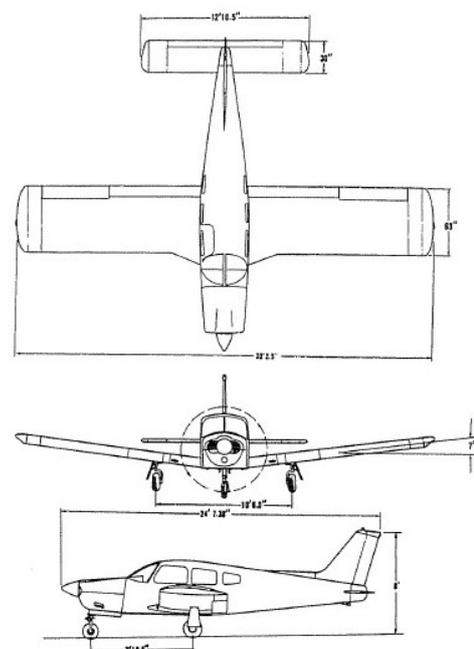


Figura 1. Aeronave del suceso

### Planta de potencia:

Motor de pistón TEXTRON LYCOMING IO-360-A2B de cuatro cilindros de inyección. n/s: L-2411-51A.

Características:

- Cuatro tiempos, cuatro cilindros opuestos horizontalmente, y doble sistema de encendido (magnetos)
- Refrigerado por aire a través de las dos tomas frontales
- Potencia máxima: 200 HP
- Velocidad máxima: 2700 rpm
- Limitación de potencia de despegue recomendada: cinco minutos

### Hélice:

Hartzell n/p: HC-C2YK-1B, n/s: CH3229 de aluminio.

Características:

- Tractora, bipala de velocidad constante de paso variable
- Potencia máxima: 200 HP
- Rango de rpm: 2000-2250 rpm
- Diámetro: 1,93 m

### Combustible:

- Tipo de combustible autorizado y utilizado: AVGAS 100LL
- Capacidad total de combustible 181,44 l (48 US gal).

### Aceite:

- Tipo de aceite mineral autorizado: MIL-L-6082B
- El depósito de aceite contiene una cantidad máxima de 7,57 l (8 US quarts).

**Panel de instrumentos:**



Fotografía 2. Interior de la cabina de la aeronave del suceso

**Tren de aterrizaje:**

El tren de aterrizaje de la aeronave del suceso es un tren tipo triciclo, retráctil, actuado hidráulicamente mediante una bomba reversible accionada eléctricamente. La bomba se conecta mediante un interruptor en el panel de instrumentos, en el lado izquierdo del cuadrante de control. El tren se extiende y retrae en aproximadamente siete segundos.

También se incorpora en el sistema un dispositivo sensor de presión que baja el tren independientemente de la posición de la palanca del tren, dependiendo de la velocidad y la potencia del motor. El sistema está diseñado para extender el tren, aunque la palanca esté en UP si la velocidad es inferior a 105 mph y la potencia está al ralentí (*Backup Gear Extender*). El dispositivo también previene la retracción del tren cuando la velocidad es inferior a 85 mph con máxima potencia, aunque la palanca se encuentre en posición UP.

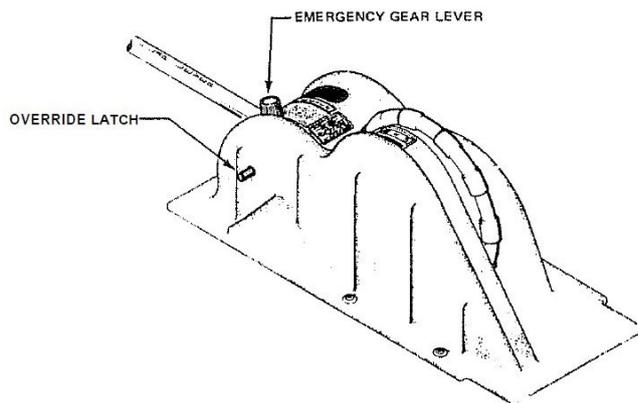


Figura 2. Palanca de tren de aterrizaje de emergencia

de instrumentos, situada debajo de la palanca de selección de la posición del tren, avisa al piloto de que el sistema de bajada automática del tren está desactivado.

La posición del tren está indicada mediante tres luces verdes debajo de la palanca del tren, de manera que se iluminan cuando el tren está bajado y bloqueado. Si todas las luces indicadoras están apagadas, el tren está arriba. El tren no debe ser retraído por encima de 109 mph, y no debe extenderse por encima de 130 mph.

Además, el sistema dispone de un aviso sonoro que se activa si:

- el tren está en posición UP y se reduce la potencia,
- la aeronave está en tierra y el selector está en posición UP,
- se extiende el tren mediante el sistema de emergencia con la posición del tren en UP (excepto si la potencia está al máximo).

### 1.6.2. Registro de mantenimiento

Esta aeronave fue construida en 1974 con n/s: 28R-7435019. Su mantenimiento era realizado por SINMA AVIACION, S.L., centro de mantenimiento aprobado por AESA, como organización CAMO y EASA Parte-145, aprobada en su última revisión 17, el 12/07/2019, con su certificado en vigor. El último programa de mantenimiento aprobado fue el PM-PA28R-200-EC-HLV edición 1, revisión 2, de fecha 29/04/2020. Dentro del alcance de la organización, se encuentra la autorización para la realización de revisiones generales (*overhaul*) de motores Lycoming Series 360.

Existe la posibilidad de anular manualmente el dispositivo, bloqueando la palanca de extensión del tren en emergencia mediante un enganche situado a la izquierda de la palanca de flaps, situándola en la posición OVERRIDE, con la palanca del tren en posición UP, independientemente de la combinación de velocidad / potencia.

Una luz amarilla en el panel



Fotografía 3. Luces de posición del tren



Fotografía 4. Placa identificativa de motor

Según la última cartilla del motor emitida el 23/07/2007 (segundo libro), el modelo instalado era un Lycoming n/p: IO-360-A2B n/s: L-2411-51AC que coincide con la inscripción de la placa de motor (fotografía 4), no así con el registro activo de matrículas de AESA, donde consta el modelo n/p: O-360-C1C que no corresponde a un motor de inyección como es el caso.

El motor fue reacondicionado con anterioridad al suceso, según *overhaul* realizado por SINMA AVIACIÓN, S.L. de acuerdo al EASA Form 1<sup>1</sup> del 06/02/2019 cuando la aeronave tenía TSN: 8836:10 horas. Fue certificado por un técnico de mantenimiento de aeronaves con licencia para la certificación de componentes, en cuya autorización como personal certificador, no se especificaba el tipo de componentes.

El *overhaul* del motor se realizó de acuerdo al *Overhaul Manual* de Textron Lycoming n/p: 60294-7 rev. 60294-7-14 de julio de 2011, sustituyendo además los siguientes componentes por sus reacondicionados (*overhauled*):

- Magneto LH n/p: 10-349365-9, n/s: A169698
- Magneto RH n/p: 10-349305-1, n/s: 4052377
- Inyector n/p:2524054-11-H n/s:72H59604
- Motor de arranque n/p:149NL, n/s:H-S101010
- Alternador n/p: 10-1051, n/s: H-S072904
- Bomba de vacío n/p: 215CC n/s: A616P
- Bomba de combustible n/p: 154732400

Las tareas a realizar durante el *overhaul* de motor según el manual son las siguientes:

- Desmontaje de todos los componentes (cilindros, accesorios, componentes internos sometidos a inspección o revisión)
- Limpieza (desengrasado y descarbonizado)
- Control dimensional de todos los componentes
- Sustitución de piezas dañadas y cambio obligado del fabricante
- Tratamiento contra la corrosión
- Ensamblaje del motor
- Rodaje y prueba final

---

<sup>1</sup>EASA Form 1: formulario EASA 1, certificado de aptitud para el servicio (*ARS, authorised release certificate*).

- Los componentes rotables tales como el motor de arranque, el alternador, los inyectores de los carburadores, la bomba de combustible y las magnetos, se deben instalar revisados en su totalidad (*overhauled*) procedentes de centro aprobados para estas capacidades o bien adquiridos nuevos, en cualquier caso, documentados con el EASA Form 1 o equivalente.

También se realizó el *overhaul* de la hélice Hartzell n/p: HC-C2YK-1B, n/s: CH3229 reacondicionada el 19/09/2019 y del governor HARTZELL n/p: F-2-7AZ D182WJ reacondicionada según EASA Form 1 del 17/04/2019 (Alemania).

En el momento del accidente la aeronave tenía un registro acumulado de horas de vuelo de 8845:15 horas y el motor desde el último *overhaul*, de nueve horas.

El día del accidente, la aeronave además de realizar el vuelo del suceso que inició a las 17:00 LT, con una duración de 35' realizando cuatro tomas y despegues, realizó otros dos vuelos, uno a las 15:45 LT con una duración de 40' realizando dos tomas y despegues, y otro a las 12:45 LT también con una duración de 40' y realizando dos tomas y despegues, sin incidentes.

El vuelo anterior a los vuelos del día del suceso se realizó el 27/02/2020 con una duración de 50'. La aeronave estuvo por tanto inactiva durante aproximadamente 3,5 meses. No se tiene constancia que el motor estuviera preservado según la carta de servicio de Lycoming nº L180B del 13/11/2001, tan solo el operador ha indicado que se rodaba el motor en tierra, de vez en cuando.

Las tres últimas revisiones de mantenimiento realizadas a la aeronave antes del suceso fueron:

- Las revisiones correspondientes a cincuenta y cien horas de vuelo (según el SM-753-586 del fabricante, de fecha 31/01/2008) realizadas conjuntamente el 26/09/2019. Durante esta revisión además de las tareas programadas se realizaron:
  - o los montajes procedentes de *overhaul* del motor, la hélice y el governor,
  - o la sustitución de componentes reacondicionados: ambas magnetos, el alternador, el motor de arranque, la bomba de vacío y la de combustible, y el inyector,
  - o se sustituyeron las tuberías flexibles del motor,
  - o se realizó la calibración del sistema pitot estática, el transponder, el encoder y la brújula.
  - o se instaló un extintor,
  - o se realizó el peso y centrado de la aeronave,
  - o se cumplimentaron directivas, y se realizaron las pruebas en tierra con resultados satisfactorios.

La organización de mantenimiento certificó la aeronave con la autorización de retorno al servicio de fecha 26/09/2019.

- Revisión de puntos especiales de fecha 10/01/2020 cuando la aeronave tenía TSN: 8836:30 horas de vuelo y el motor TSO: 00:20 horas:
  - Aplicación de puntos especiales 500.1, 500.12, 500.13, 2000.7, 2000.8, 3M.1, 3M.2, 3M.3, 4M de acuerdo al SM 753-586 rev. PR191130 de fecha 30/11/2019. Prueba en tierra satisfactorias.
- Revisión de puntos especiales de fecha 20/05/2020 cuando la aeronave tenía TSN: 8843:55 horas de vuelo y el motor TSO: 07:45 horas:
  - Aplicación de puntos especiales 3M.1, 3M.2, 3M.3, 4M, 6M de acuerdo al SM 753-586 rev. PR191130 de fecha 30/11/2019. Prueba en tierra satisfactorias.

### 1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con n/s: 28R-7435019 y matrícula EC-HLV según el registro de matrículas activas de AESA, fue matriculada el 03/07/2000, con número de registro 4840. El último certificado de matrícula fue emitido el 15/02/2019 con estacionamiento habitual el Aeropuerto de Cuatro Vientos (Madrid) y validez hasta el 07/02/2020, donde consta como arrendador la escuela de formación operadora en el momento del accidente, AEROFAN.

La aeronave disponía de un certificado de aeronavegabilidad nº 4673 como "Avión de Categoría Normal", emitido por AESA el 14/03/2013 y un certificado de revisión de la aeronavegabilidad emitido cuando la aeronave tenía 8836 horas de vuelo, por una organización CAMO aprobada, con fecha 06/11/2019 y validez hasta el 05/11/2020.

Otras autorizaciones disponibles con las que contaba la aeronave eran:

- Licencia de estación de aeronave emitida por AESA incluyendo diversos equipos entre ellos dos unidades de comunicaciones y navegación y transponder.

El último informe de peso y centrado constatado fue el realizado el 10/10/2006.

La aeronave disponía de una póliza de seguros de accidentes válida y en vigor hasta el 14/11/2020.

## 1.7. Información meteorológica

### 1.7.1. Situación general

En niveles medios y altos había un flujo de componente norte sobre la Península y Baleares asociado a un potente y extenso anticiclón a todos los niveles sobre el Atlántico. En niveles bajos había bajas presiones relativas donde el calentamiento diurno favorecía el desarrollo de tormentas.

### 1.7.2. Situación en la zona del accidente

AEMET no dispone de una estación en Casarrubios del Monte (Toledo), las más cercanas se encuentran en las Bases Aéreas de Cuatro Vientos-LEVS y Getafe-LEGT (situadas a unos 27 km hacia el Noreste y Este-noreste, respectivamente). Los informes de aeródromo (METAR) de dichas bases fueron:

METAR LEVS 091600Z 32008KT 270V020 CAVOK 24/03 Q1017

METAR LEVS 091630Z 29005KT CAVOK 24/02 Q1017

METAR LEVS 091700Z 34007KT 260V050 CAVOK 24/01 Q1017

METAR LEGT 091600Z 32010G21KT CAVOK 24/02 Q1017

METAR LEGT 091700Z 32009KT 280V360 CAVOK 24/02 Q1016

Y los pronósticos de aeródromo (TAF) en vigor eran:

TAF LEVS 091400Z 0915/0924 30008KT CAVOK

TAF LEGT 091400Z 0915/0924 29007KT CAVOK

En las imágenes de teledetección se apreciaba nubosidad media, con bases por encima de los 5000 ft, y no había actividad convectiva ni reducciones de visibilidad.

Según esta información el fenómeno más significativo era el viento, que en Cuatro Vientos era flojo, mientras que, en Getafe, más abierto al flujo del norte, superaba ocasionalmente los 20 kt. La configuración de Casarrubios del Monte es más parecida a la de Cuatro Vientos, donde los vientos oscilaron entre 5 y 8 kt.

El último METAR consultado por la tripulación fue:

LEVS 091300Z 31006KT 240V020 9999 FEW058 22/03 Q1018.

*(Decodificación: aeropuerto de Cuatro Vientos, condiciones descritas por el METAR del día 9 a las 13:00 h UTC eran de viento NW 310° de 6 kt, variación de la dirección del viento entre 240° y 20°, visibilidad a más de 10 km, nubosidad escasa con base a 5800 ft, temperatura 22 °C, punto de rocío en 3 °C y un QNH 1018 hPa.)*

Por lo tanto, no limitativo para la realización del vuelo.

### 1.8. Ayudas para la navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas de vuelo visual (VFR) y la aeronave iba equipada con ayudas a la navegación aprobadas.

### 1.9. Comunicaciones

La aeronave estaba equipada con equipos de comunicación certificados y *transponder*. No se tiene constancia de que alguno de los equipos estuviera inoperativo en el momento del accidente.

La tripulación declaró la interrupción de las comunicaciones durante el vuelo cuando se produjo el fallo de motor, como una interrupción en el suministro de corriente eléctrica. Las inspecciones posteriores mostraron que los equipos se encontraban operativos y funcionaban adecuadamente.

El aeropuerto de Cuatro Vientos confirmó que no tenían registrado ningún accidente notificado el día del suceso.

### 1.10. Información de aeródromo

La aeronave realizó un aterrizaje de emergencia en la pista 26 del aeródromo de Casarrubios del Monte en la provincia de Toledo e indicativo OACI - LEMT, cuyas coordenadas geográficas son: 40° 14' 06" N; 04° 01' 35" O.

El aeródromo de Casarrubios del Monte es un aeródromo restringido de titularidad privada, que dispone de una pista de asfalto de orientación 08/26 de 950 x 26 m a una elevación de 625 m. Las comunicaciones aire-aire se realizan en la frecuencia 123.500 MHz.

El umbral de la pista 08 está desplazado 400 m.

El circuito de tráfico se realiza al norte del campo a 2800 ft para aviación general y ultraligeros y punto de entrada a 4 Nm al suroeste de la localidad de Navalcarnero, y otro circuito al sur para autogiros.

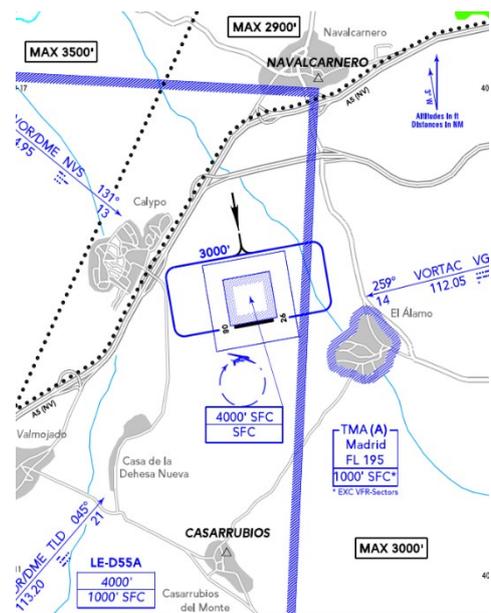


Figura 3. Carta de Aproximación



Fotografía 5. Aeródromo de Casarrubios del Monte

El aeródromo está rodeado por un camino aproximadamente a 10 m por debajo del nivel de la pista y que da lugar a un importante desnivel en la prolongación de la pista 26.

### 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

Se produjeron daños importantes en la aeronave como consecuencia del aterrizaje de emergencia sin extensión del tren. La aeronave fue elevada con ayuda de una retroexcavadora, extendiendo el tren de aterrizaje, desplegándose sin dificultad y bloqueando las patas del tren principal y de morro adecuadamente, de manera que la aeronave quedó soportada sobre el mismo.



Fotografía 6. Retirada de la aeronave del suceso



Fotografía 7. Aeronave del suceso soportada sobre su tren de aterrizaje



Fotografía 8. Parte inferior del flap derecho

La aeronave fue trasladada a un hangar del aeródromo donde fue inspeccionada. Los flaps estaban recogidos y el compensador estaba desplazado hacia delante.

Los daños apreciados fueron los siguientes:

- Plano derecho: el flap estaba sin desplegar, la superficie inferior se encontraba dañada con falta de material y rozaduras.

El resto de superficies, punta de plano y alerón se encontraban en buen estado. El depósito de combustible del plano derecho estaba lleno tres cuartos de su capacidad.

- Plano izquierdo: el flap estaba sin desplegar y tenía rozaduras tanto en la punta como en la parte inferior de su superficie con falta de material, extendiéndose en un tercio del flap desde la zona del encastre del ala. El depósito de combustible del plano izquierdo tenía llena la mitad de su capacidad.



Izq. Fotografía 9. Estribo - Dcha. Fotografía 10. Posición de Flap derecho en el lugar del suceso

- Tren de aterrizaje principal: ambas patas y sus neumáticos se encontraban en buen estado, las compuertas no mostraban rozaduras a pesar de haber aterrizado sin tren, pero el estribo de acceso a la cabina situado en la parte derecha del fuselaje estaba muy dañado.
- Tren de aterrizaje de morro: las compuertas estaban rozadas, aunque tanto la pata como el neumático no tenían ningún tipo de rozadura.



Fotografía 11. Daños en el flap izquierdo



Fotografía 12. Compuerta de tren de morro

- Empenaje de cola: bajo la cola hay un punto de anclaje de la aeronave a tierra que estaba rozado en su parte inferior.



Fotografía 13. Punto de anclaje dañado

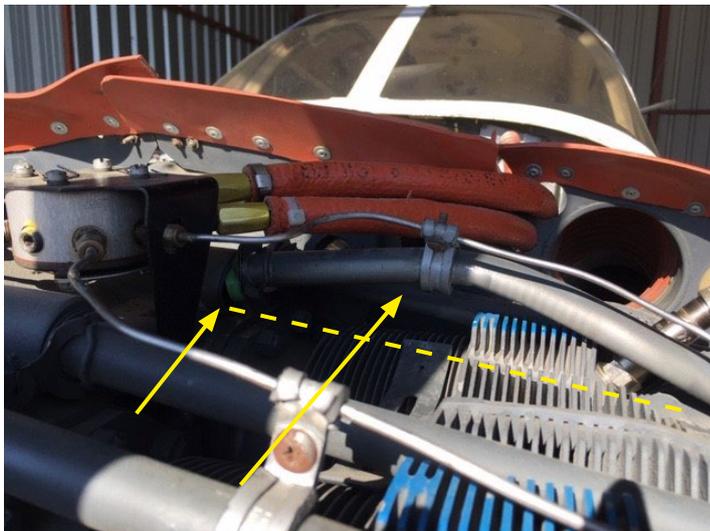
- Hélice: ambas palas dobladas hacia atrás.
- Cabina: el selector de combustible estaba en el depósito derecho. Se comprobó que todas las luces de navegación, *landing* y *anticollision* funcionaban correctamente, así como, se comprobó que el avisador de pérdida se encontraba operativo. La palanca de tren de aterrizaje estaba en la posición "abajo".
- El anemómetro marcaba cero, al igual que el variómetro.
- El altímetro estaba calado con 1017 mbar marcando una elevación de 1950 ft.



Fotografía 14. Hélice dañada



Fotografía 15. Sistema de extensión automática del tren de aterrizaje, flap y compensador



Fotografía 16. Daños en tubo guía de válvula de admisión

- Se conectaron los dos equipos de comunicaciones comprobándose que funcionaban adecuadamente. El primer equipo tenía seleccionada la frecuencia del aeródromo de Casarrubios 123,500 MHz y en espera tenía la frecuencia 131,97 MHz. En el segundo equipo estaba seleccionada la frecuencia de la torre de Cuatro Vientos 118,700 MHz y en espera la frecuencia de rodadura de Cuatro Vientos 121,800 MHz. En la caja de audios estaba seleccionado el equipo 1.

- Al conectar el *master* se encendieron las tres luces verdes del tren de aterrizaje y la luz ámbar del sistema de extensión automática del tren de aterrizaje. Tras el aterrizaje se pudo comprobar que el sistema de extensión automática del tren de aterrizaje estaba anulado, el selector entre los asientos se encontraba en la posición UP "OVERRIDE". El sistema tuvo que activarse para desplegar el tren de aterrizaje tras el suceso y sacar la aeronave de la pista.

- Se revisó el alternador que se encontraba bien sujeto con su correa bien tensada y sus conexiones eléctricas correctas. La batería disponía de energía suficiente para realizar las comprobaciones necesarias de funcionamiento, aunque habían transcurrido varios días después del accidente. El sistema eléctrico aparentemente se encontraba en buenas condiciones.

Al abrir el capó de motor se observó el tubo guía del actuador de una de las válvulas de admisión,

doblado y deformado hacia arriba, prácticamente suelto de su encaسته, pero sin derrames de aceite lubricante en la zona. Posteriormente se realizó una inspección detallada del motor, desmontando sus componentes para identificar los daños internos.

### **1.13. Información médica y patológica**

No aplicable.

### **1.14. Incendio**

No aplicable.

### **1.15. Aspectos relativos a la supervivencia**

Ambos instructores llevaban ajustados los cinturones de seguridad durante el aterrizaje de emergencia actuando con efectividad.

La cabina mantuvo su estructura tras el accidente y la tripulación resultó ilesa abandonando la aeronave por sus propios medios.

### **1.16. Ensayos e investigaciones**

#### **1.16.1. Entrevistas con la tripulación**

##### **1.16.1.1. Información proporcionada por el PF**

Según el testimonio del instructor que actuaba como PF en el momento del suceso antes de la gestión de la emergencia, el día del suceso realizó tres vuelos de reentrenamiento entre instructores, tras varios meses sin volar debido al confinamiento por la pandemia del Covid 19.

El primer vuelo lo realizó en una Cessna 152 y el segundo en una Cessna 172, con una duración aproximada de dos horas de vuelo entre ambos.

El tercer vuelo fue el del accidente. El otro piloto instructor realizó la inspección prevuelo de la aeronave, comprobando el combustible y el aceite, realizando todas las listas de chequeo del fabricante con resultado satisfactorio para la realización del vuelo. El vuelo iba a ser de una hora de duración.

Iniciaron el vuelo sin incidencias y estuvieron realizando varias tomas y despegues en LECU. La primera toma la hizo él como PF, la segunda la realizó el otro piloto y la tercera la hizo él de nuevo.

Abandonaron el circuito de tráfico por el punto W, donde cambiaron el selector de combustible al depósito derecho. Se dirigieron hacia el Oeste para realizar la práctica de maniobras, y en todo momento el avión funcionaba correctamente.

En las proximidades de Aldea del Fresno (a unos 40 km al suroeste de LECU) comunicó al PIC que iba a cortar gases para ver el planeo de la aeronave. Al cortar gases sin llegar a ralentí, el motor comenzó a funcionar irregularmente, e inmediatamente incrementó potencia y el motor volvió a funcionar normalmente.

Llegando a Navalcarnero (a unos 25 km al suroeste de LECU), con una altitud de unos 3000 ft, 22 pulgadas de presión de admisión de ajuste de potencia y 2400 RPM, el motor empezó a sonar mal. Decidieron aterrizar lo antes posible, pero los campos de la zona tenían la hierba muy alta y el campo de LEMT se encontraba cerca de su posición, por lo que el PIC le indicó que iba a comunicarles el fallo de motor.

Empezaron a perder altitud de manera que adelantó al máximo las palancas de gases y paso.

Al acercarse a LEMT vio que todas las aeronaves que estaban en el circuito se dirigían a la cabecera de la pista 08 por lo que se dispuso a girar hacia esa pista. Entonces vio que el PIC le hacía gestos, pero no le oía porque el intercomunicador no funcionaba y la radio tampoco, tenían cortes intermitentes de corriente.

En uno de los momentos en los que recuperaron las comunicaciones, el PIC le dijo "avión mío" y a partir de ese momento el declarante se hizo cargo de las comunicaciones.

El PF notificó en final de la pista 26, el fallo de motor. Otra aeronave que se encontraba en final de la pista 08 hizo un motor y al aire.

Durante el circuito el motor suministraba potencia, aunque sonaba mal y no podían mantener la altura.

Según su declaración, la aeronave "flotaba" sobre la pista cuando sonó un ruido y se deslizó deteniéndose en muy poca distancia. Aseguraron la aeronave y salieron por sus propios medios.

Desde que se inició el mal funcionamiento del motor hasta que aterrizaron transcurrieron entre ocho y diez minutos.

Indicó que no recordaba haber visto al PIC haber bajado la palanca del tren de aterrizaje ya que él estaba pendiente de las comunicaciones y de los otros tráficos. Según su testimonio no oyó ningún avisador de pérdida ni de tren inseguro. Tampoco recordaba haber hecho una última comprobación en final de si las tres luces verdes de tren abajo y bloqueado estaban iluminadas. Durante el vuelo tampoco recordaba haber mirado los parámetros del motor durante su fallo.

Preguntado por si la tripulación había realizado el *briefing*<sup>2</sup> anterior al vuelo, indicó que sí lo habían hecho, pero sin determinar qué haría cada uno en caso de una emergencia real.

### 1.16.1.2. Información proporcionada por el PIC

Según el testimonio del instructor que actuaba como PIC en el momento del suceso, el vuelo del suceso era el tercer vuelo que realizaba ese día. Estaban haciendo reentrenamientos entre los instructores de la escuela después de varios meses sin volar debido al confinamiento por la pandemia del Covid 19.

---

<sup>2</sup> Briefing: reunión prevuelo de la tripulación para la preparación del vuelo.

El primer vuelo lo hizo sobre las 10 de la mañana en la misma aeronave con la que posteriormente tuvo el accidente. En este primer vuelo realizó la revisión prevuelo y drenó los depósitos de combustible. No hubo nada destacable ni en la revisión ni en el vuelo que duró aproximadamente una hora y en el que realizaron tomas y despegues en LECU.

El segundo vuelo de la aeronave lo realizó otra tripulación. El tercero lo realizaron después de comer y era un vuelo de reentrenamiento y suelta para otro instructor que iba a empezar a impartir clase en este tipo de aeronave según su declaración. Habían volado juntos con anterioridad, cuatro o cinco veces. Realizaron la revisión prevuelo y todo estaba correcto.

Hicieron tres tomas y despegues sin incidencias. Abandonaron el circuito de tráfico por el punto W, cambiaron el selector de combustible al depósito derecho y se dirigieron hacia el oeste.

A la altura de Valmojado (a unos 38 km al suroeste de LECU) decidieron simular un fallo de motor. Según su declaración, al cortar gases a ralentí, el motor empezó a sonar muy fuerte, con explosiones intermitentes que fueron incrementándose, por lo que decidieron volver a LECU. Aumentaron potencia suavemente en la configuración de crucero y todo pareció ir bien. Los parámetros de motor eran adecuados y el motor volvió a sonar normal.

A la altura de Navalcarnero (a unos 25 km al suroeste de LECU) estando a 3000 ft de altitud, sin tocar ninguna de las palancas de motor volvió a sonar mal, como lo hizo anteriormente, pero esta vez con fuertes vibraciones, aunque todos los parámetros del motor se encontraban en los valores normales. Llevaban un ajuste de potencia de 22 pulgadas de presión de admisión y 2400 RPM. Perdió potencia y no era capaz de mantener el nivel de vuelo. El PF reaccionó empujando las palancas para tener la máxima potencia posible (palancas de gases y paso adelantadas en potencia de despegue), y el nivel de vuelo dejó de caer, pero las vibraciones continuaban y el motor seguía sonando muy mal por lo que decidieron ir al aeródromo LEMT (a unos 12 km al sur de Navalcarnero) por cercanía a su posición.

El PIC comunicó por la frecuencia de aire-aire que tenían un fallo de motor y que se dirigían a LEMT. De nuevo no podían mantener el nivel de vuelo a pesar de tener la potencia al máximo, cambió la frecuencia a la de LEMT, pero en vez de poner 123.5 puso 122.5 por equivocación. Intentó comunicar y no recibió respuesta. Según su declaración pensó que había olvidado la frecuencia y se puso a buscar la frecuencia en la ficha. Rectificó la frecuencia, pero entonces falló la electricidad del avión.

El PF empezó a girar hacia la derecha para hacer viento en cola de la pista 08 pero en la posición en la que estaban según el PIC, era más sencillo ir directos a base de la pista 26 así que intentó hacérselo saber al PF, pero este no le entendió porque el intercomunicador no funcionaba e intentó coger los mandos. El PF al darse cuenta de su intención, comenzó a girar a base de la pista 26.

Justo en ese momento recuperaron la electricidad de nuevo y le dijo que era mejor ir directos a final cogiendo los mandos del avión. El hasta ese momento PF comunicó a LEMT por radio sus intenciones de aterrizaje inmediato por fallo de motor, respondiéndole otro tráfico que venía en corta final de la pista 08. De nuevo perdieron las comunicaciones y el PIC vio que el otro tráfico frente a ellos empezaba a hacer un “motor y al aire”. Ya tenía configurado el avión con 2 puntos de flaps por lo que pasó a desplegar el tercer punto y bajar el tren en corta final, pero a causa del fallo eléctrico no era posible saber si había bajado o no. Tenían muchas vibraciones.

Su intención según su testimonio era aterrizar lo antes posible y aunque notaba que el avión flotaba demasiado no recordó haber comprobado que las tres luces verdes de tren abajo y bloqueado, estuvieran iluminadas, ni que sonara el avisador de pérdida ni el avisador de tren inseguro tras cortar gases a ralentí. Llevaba una velocidad de unos 85 kts. Tomó tierra preocupado por la posibilidad de que se produjera fuego en el motor, de manera que al tocar la pista cortó mezcla (durante todo el vuelo habían mantenido la mezcla rica), gases e interruptor principal, y cuando se dieron cuenta ya habían aterrizado con la parte inferior del fuselaje del avión y el tren de aterrizaje sin desplegar.

En entrevista posterior el PIC confirmó que durante el *briefing* previo al despegue no se acordó entre los pilotos quien volaría el avión y quien combatiría la emergencia y llevaría la radio en caso de fallo de motor. Confirmó que durante el vuelo no realizaron ningún tipo de actuación sobre el motor tras la aparición de las vibraciones ni tampoco sobre la extensión automática del tren de aterrizaje.

### 1.16.2. Informes/comunicaciones relacionados

No es de aplicación.

### 1.16.3. Ensayos / Inspecciones

#### 1.16.3.1. Inspección del motor

El propietario trasladó la aeronave del lugar del accidente a un hangar en el aeródromo de Casarrubios del Monte donde fue inspeccionada. La aeronave se encontraba apoyada sobre su propio tren de aterrizaje que se extendió y bloqueó correctamente una vez elevado el avión y actuado el selector de tren.

Las actuaciones realizadas y los hallazgos encontrados durante la inspección fueron los siguientes:

En una primera inspección visual del motor de la aeronave el aspecto general del mantenimiento era aceptable.

Los capós, entradas de aire, tuberías de admisión, filtros del aire, tubos de escape, calefacción, cableados del alternador, motor de arranque y magnetos se encontraban en buen estado aparente. El motor se encontraba limpio y sin pérdidas de aceite o combustible.

Se comprobaron el funcionamiento y recorrido de los mandos de motor, de gases, de mezcla y de la hélice, y en todos era correcto.

- Sistema de aceite lubricante: el nivel de aceite se encontraba por encima de 6 US quarts. Se drenó tomando una muestra para su análisis posterior. Presentaba un aspecto de color casi negro impropio de nueve horas de funcionamiento. Se desmontaron los filtros de aceite encontrando abundantes partículas metálicas y no metálicas.



Fotografías 17. Presencia de partículas en el interior de los filtros de aceite

- Sistema de combustible: se puso en funcionamiento la bomba eléctrica de combustible comprobando el estado de los diferentes componentes, los depósitos, las conducciones, el filtro, la propia bomba eléctrica y la bomba mecánica, la unidad de control de combustible, el distribuidor y los inyectores, constatando que estaban bien sujetos y sin pérdidas.
- Cilindros: se comprobó la compresión de los cilindros y en todos era correcta. El interior de las cámaras de combustión estaba libre de depósitos de plomo o carbono. No se observó ningún defecto en los cilindros. Las cabezas de los pistones estaban limpias y los bulones se deslizaban adecuadamente en sus alojamientos.



Fotografía 18. Presencia de corrosión en magneto izquierda

- Sistema de encendido: todos sus componentes (magnetos, rampas de encendido, terminales y bujías) se encontraban bien fijados en su posición.

El calado de las magnetos sobre el motor era en la izquierda de 19° apms y en la derecha de 25° apms cuando la placa de motor indica que el calado debe ser 25° apms.

Se comprobó el salto del "Impulse coupling" (acoplamiento de impulso) en la magneto izquierda que se apreciaba levemente, era poco enérgico. La derecha no disponía de este acoplamiento, habitual en este tipo de motores.



Fotografía 19. Magnetos izquierda y derecha

Al comprobar la apertura de los contactos de magneto ("platinos") el resultado fue en la izquierda de 0,006" y en la derecha 0,016", siendo la requerida según el AMM de 0,016".

Se desmontaron ambas magnetos y en la izquierda se constató que no giraba libremente por la presencia de corrosión severa en la zona de la brida, del *Impulse coupling* y el eje-cojinete, siendo muy difícil moverla con la mano.

Las bujías instaladas en la parte superior de los cilindros eran de la marca TEMPEST (grado térmico 40) y en las posiciones inferiores CHAMPION (grado térmico 38), funcionando cada una de las magnetos con dos tipos de bujías diferentes (grado térmico y resistencia interna diferentes).

Se desmontaron las rampas de encendido de las magnetos que se encontraban sujetas con tuercas autofrenables que carecían de efectividad. El estado del aislamiento era correcto y no mostraba daños mecánicos.



Fotografía 20. Guía válvula de admisión del cilindro nº4

- Al observar que el tubo protector y la varilla empujadora de la válvula de admisión del cilindro nº4 se encontraban deformados unos 10 cm hacia arriba de su posición normal, en la zona central del tubo y que estaba desembocado de su alojamiento en el lado del cárter y suelto el retén de aceite, se decidió desmontar en primer lugar el cilindro nº 4.

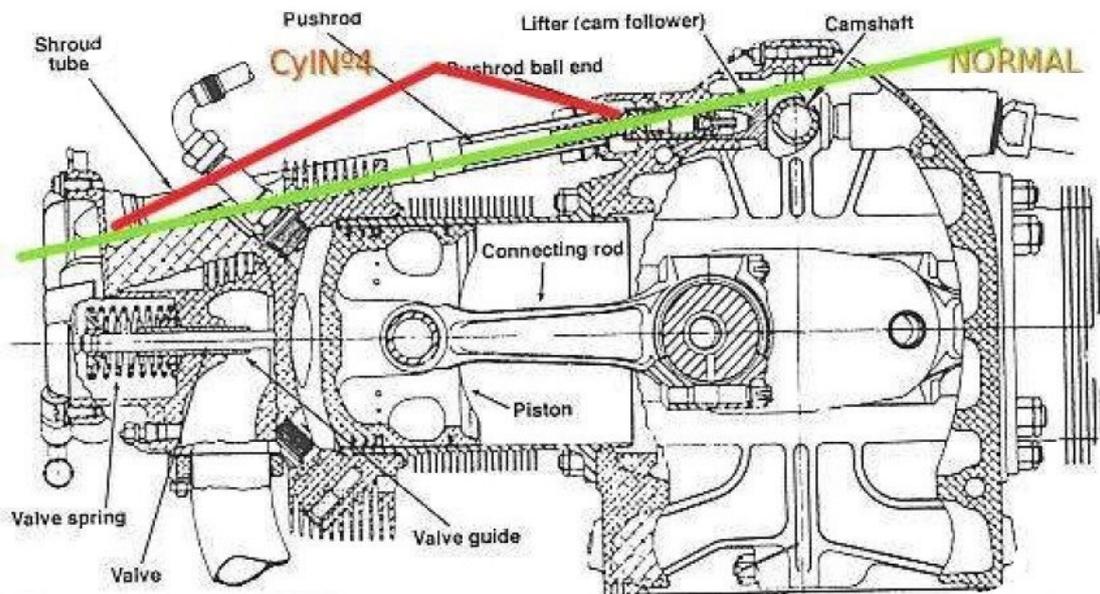


Figura 4. Esquema de la deformación de la guía de la válvula de admisión respecto a su posición normal

El motor se encontraba sin pérdidas de aceite, por lo que se revisó el posible fallo en el circuito de lubricación en el taqué hidráulico del cilindro nº 4. Se desmontó el cilindro y se observó que la varilla empujadora de la válvula de escape se encontraba dañada, en el extremo *ball-end* de la varilla.

Aunque la válvula de admisión no estaba atascada en su guía ya que se desplazaba, pero no salía, hubo que aplicar fuerza adicional para sacarla, arrastrando un material grisáceo y solidificado del interior de la guía.



Fotografía 21. Guía y varilla interior de admisión del cilindro 4

No se apreciaba corrosión ni en el vástago ni en la guía. La válvula de escape se desplazaba adecuadamente y salió sin dificultad de su guía, aunque, sin embargo, esta sí mostraba corrosión superficial y depósitos en el vástago y la guía.



Fotografía 22. Extremo de varilla empujadora



Fotografía 23. Válvula de admisión del cilindro 4



Fotografía 24. Válvula de escape del cilindro 4

- Se desmontaron el árbol de levas, los balancines, los ejes y los soportes de los ejes en los que no se observaron daños apreciables.
- A continuación, se desensambló el motor según el manual de *overhaul* observándose lo siguiente:



Fotografía 25. Presencia de oxidación en varilla de válvula



Fotografías 26. Partículas en el aceite del cárter

- En los cilindros n°1, n°2 y n°3, las válvulas se desplazaban correctamente, las varillas se encontraban rectas, pero con depósitos y oxidación superficial.
- Al desmontar el cárter del aceite y de accesorios, predominaba el color negro del aceite, y se encontraron abundantes partículas de diferentes materiales, así como abundantes lodos en el fondo y rincones.



Fotografía 27. Aceite en el cárter

bien pero actualmente en desuso por las dificultades que presenta en su aplicación ya que debe ser escrupulosamente colocada tanto en su trazado como en la limpieza a observar. De hecho, el fabricante del motor no recomienda esta práctica y propone la utilización de selladores alternativos.

- Los orificios para la conducción de aceite del cárter de accesorios a los semicárteres, tenían abundantes restos de silicona en el interior. Se observó en diferentes superficies que se había utilizado silicona blanca o algún sellador para fijar las juntas, cuando en general este se utiliza entre superficies que no llevan juntas.

Además, se había aplicado en algunos casos sellador e hilo de seda, que es una práctica correcta si se realiza



Fotografía 28. Orificios de cárter de accesorios



Fotografía 29. Sellador en superficies del cárter



Fotografía 30. Lodos y suciedad en el cárter



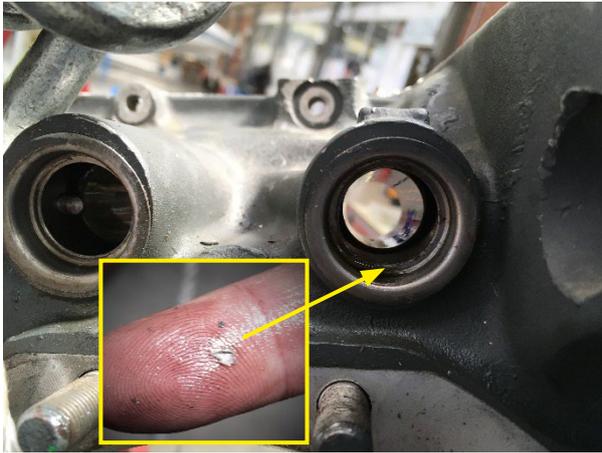
Fotografía 31. Válvula de aceite

- La válvula de regulación de presión de aceite tiene su junta además de varios sellantes deteriorados.
- También se desmontó la bomba de aceite que se encontraba en buen estado.
- Se desmontaron los taqués hidráulicos y no se observó nada determinante.

El aceite de retorno de los cilindros al cárter presentaba un aspecto carbonizado.

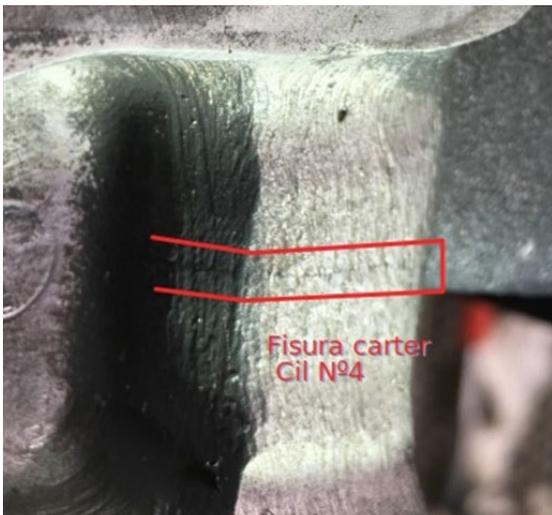


Fotografías 32. Restos de aceite de retorno al cárter



Fotografía 33. Trozo de silicona hallado en alojamiento de seguidor de leva del cilindro 4

- De los conductos de paso de aceite lubricante en los alojamientos de los seguidores de leva del cilindro nº4, salieron trozos de silicona blanca, así como otras partículas contaminantes que bloqueaban los orificios y que se desprendieron al aplicarles aire.
- En las juntas de los semicárteres se apreciaba exceso de silicona de color blanco usada como sellante.



Fotografía 35. Fisura en cárter cilindro nº 4

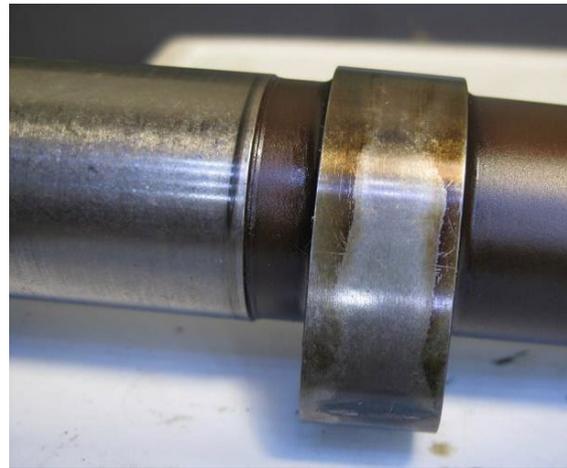
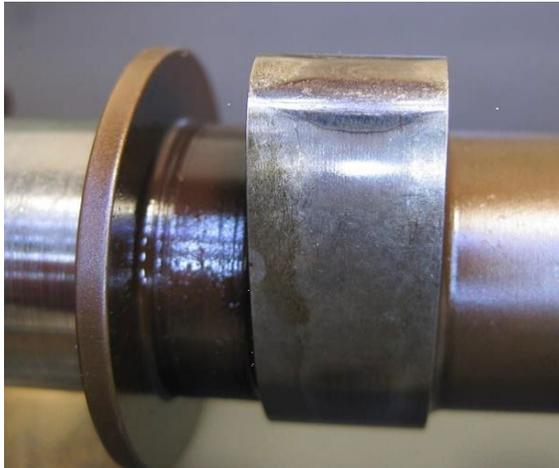


Fotografía 34. Silicona en junta de semicárter

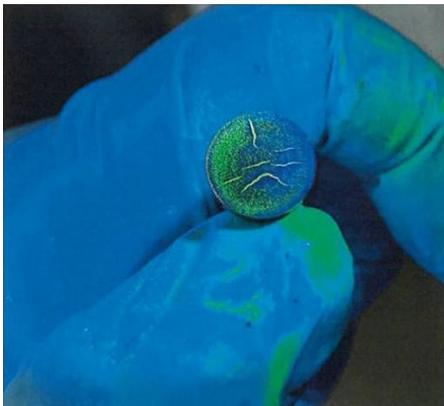
- También se encontró una fisura en el cárter en la zona inferior del cilindro nº4.

- Se identificaron que los casquillos delantero y trasero de bancada estaban con sobremedida dado que el cigüeñal estaba marcado con "M010" indicativo de que estaba rectificando eliminando 10 milésimas de pulgada en el diámetro.

Se detectó holgura radial en las bielas sobre las muñequillas, y que los casquillos empleados eran de medida estándar, no sobremedida para cigüeñal rectificado 10 milésimas de pulgada



Fotografías 36. Desgaste de levas



Fotografía 37. Defectos encontrados en el émbolo n/p 61544 por NDT

- Se desmontó el engranaje del cigüeñal identificando daños en el tornillo que podría indicar que no fue sustituido en el último *overhaul*.
- El árbol de levas mostraba un desgaste en las puntas de las levas que le hacen no apto para el servicio.
- Las ocho varillas empujadoras de distribución y sus ocho tubos, tres de los tubos eran de un n/p diferente al requerido según el IPC del fabricante del motor para ese modelo.
- El propietario requirió a un centro con aprobación EASA Parte 145, un informe previo a la reparación del motor donde se identificó tras una inspección NDT que el émbolo de la bomba de combustible n/p: 61544 era no aceptable.

### 1.16.3.2. Análisis de aceite lubricante de motor

Tras la inspección del motor, dado el mal estado en el que se encontró el aceite lubricante, se decidió tomar unas muestras para determinar sus condiciones de funcionamiento, así como identificar la posible naturaleza de las numerosas partículas metálicas y no metálicas encontradas en los filtros de aceite y el cárter. El análisis fue realizado por un organismo competente cuyo resultado fue el siguiente:

1. Análisis de aceite lubricante de motor: el aceite lubricante debería corresponder al de la marca Shell Aeroshell Oil W 100. El espectro IR difería de la referencia indicada. El aspecto del aceite era oscuro, muy turbio y con abundantes partículas.

El análisis determinó que el contenido de silíceo era significativamente elevado (47%) debido posiblemente a la presencia de suciedad y polvo en el sistema de lubricación, de contaminación con otro tipo de aceite y de aditivos antiespumantes.

La viscosidad era ligeramente elevada, producida posiblemente por la presencia de oxidación, de contaminación con otro tipo de aceite, barnices, lodos, carbonilla, contaminación acuosa, y por un uso excesivo del aceite.

Según el diagnóstico del organismo que realizó el análisis, los resultados pueden ser clasificados como "estado normal, a vigilar o peligroso". En este caso la clasificación fue de "peligrosa".

2. Análisis de partículas mediante SEM-EDS<sup>3</sup> (microscopio estereoscópico): la muestra estaba compuesta por una gran cantidad de partículas de diferentes tamaños, colores y morfologías procedentes del aceite del cárter y depositadas sobre las diferentes oquedades de los semicárteres. Se encontraron partículas muy grandes de color blanco, blandas y flexibles, así como otras de aspecto polimérico/orgánico de



Fotografía 38. Muestra de partículas

diferentes colores: gris-marrón, negras, gris oscuras, blancas, naranjas y verdes. La muestra también incluía alguna fibra o hilo, un papel de fieltro manchado de negro y partículas de aspecto metálico, brillantes y de tamaño grande.

El resultado fue que las partículas de colores blanco, verde, naranja, gris oscuro y negro, así como el hilo o fibra, estaban constituidos principalmente por partículas de naturaleza polimérica/orgánica (cuyo elemento principal era el C, y en algunos casos con presencia de partículas de titanio

probablemente correspondiente a algún tipo de colorante); en particular dentro de las negras, algunas con naturaleza porosa respondían a partículas de naturaleza orgánica quemadas; las blancas elásticas respondían a algún tipo de silicona.

Las partículas más abundantes que eran las de color gris-marrón resultaron compuestas principalmente en este orden por plomo, bromo y aluminio. Respecto a las partículas metálicas brillantes se identificaron tres tipos: las más abundantes de gran tamaño eran

---

<sup>3</sup> Análisis mediante SEM-EDS: análisis realizado con la ayuda de un microscopio electrónico de barrido (SEM) y a la espectrometría de emisión por rayos X, técnica de dispersión por energías (EDS), que permite identificar todos los elementos químicos de número atómico superior a 4. Esta técnica proporciona solo la composición química semi-cuantitativa.

partículas férricas no aleadas; se encontraron partículas también de gran tamaño de aluminio y otras partículas pequeñas de cobre.

El resultado fue clasificado como a vigilar.

3. Análisis de partículas existentes en el filtro de aceite lubricante: la muestra analizada experimentaba una pérdida de material (desgaste) que podría ser debido a una falta de lubricación, a la presencia de partículas abrasivas, a corrosión u otras causas. Como consecuencia, los resultados de la filtrografía mostraban un elevado contenido de partículas resultantes de deslizamientos y fatiga de materias. Además, se apreciaba un ligero contenido de partículas no magnéticas.

El resultado fue clasificado como a vigilar.

### 1.17. Información orgánica y de dirección

El operador de la aeronave del suceso era la escuela de formación de pilotos "CENTRO DE FORMACIÓN AERONÁUTICO AEROFAN, S.A." que disponía de un certificado de aprobación como Organización de Formación ATO expedido el 09/09/2019 por AESA, válido y en vigor para la impartición de cursos de formación de pilotos ATPL (A), CPL (A), PPL (A) para monomotores y multimotores, CR(A), CRI (A), y algunas habilitaciones de tipo. Todo ello en base al *Manual de Operaciones* (OM) ed.0 rev.14 del 11/12/2019 y el *Manual de Formación* ed.2 rev.5 del 09/09/2019.

La tripulación que pilotaba la aeronave del suceso formaba parte del equipo de instructores autorizados de la ATO.

Los vuelos que puede realizar la escuela según su OM por tipo de actividad son:

1. Curso reconocido: todos aquellos que se realizan en la escuela siguiendo las directrices de un curso reconocido por AESA,
2. De entrenamiento / alquiler de horas: todos aquellos que se realizan en aviones de la escuela pero que no son vuelos pertenecientes a cursos aprobados por AESA, ni vuelos de prueba.
3. Vuelos de prueba: todos aquellos vuelos que reglamentariamente corresponden a la salida de la aeronave de las revisiones que lo requieran, modificación de documentación de la aeronave, averías, etc.

Además, para mantener al día el nivel de competencia de los instructores de vuelo, la ATO les programa cursos de refresco cuando lo considera necesario. En estos casos las aeronaves monopiloto pueden ser operadas por dos pilotos instructores.

Los instructores del suceso declararon que el vuelo del accidente respondía a un vuelo de reentrenamiento para ponerse al día después de llevar más de tres meses de inactividad tanto de los instructores como de la aeronave, debido al periodo de confinamiento derivado de la pandemia del Covid-19. Por lo tanto, no se trataba

realmente de un curso de refresco de los instructores, ni tampoco de prueba de la aeronave, ya que no salía de una revisión de mantenimiento.

Según el mismo manual las funciones a las que se destinan los aviones de la escuela pueden ser:

- a) los aviones básicos: pueden destinarse a la formación elemental de pilotos privados, de alumnos pilotos de cursos integrados, a la fase de formación en vuelo de los cursos de instructores y a vuelos de entrenamiento.
- b) los aviones monomotores avanzados se pueden destinar a la enseñanza en vuelo de los alumnos en la fase de instrucción avanzada, a la fase de instrucción en vuelo IFR, a la fase de formación en vuelo de los cursos de instructores y a vuelos de entrenamiento en general.
- c) los aviones multimotores se pueden destinar a la formación de alumnos en la fase de habilitación de clase (ME), la enseñanza de instrucción en vuelo para la fase de habilitación IFR y a vuelos de entrenamiento en general.

Aunque no se indica explícitamente en el OM, todas las aeronaves de la escuela podrían utilizarse para la realización de vuelos de entrenamiento y refresco del equipo instructor.

### **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**

Considerando los datos recopilados, el único factor a considerar fue la variabilidad de la dirección del viento entre 260° y 50° con intensidades de 7 kts.

En consecuencia, las condiciones meteorológicas existentes en el lugar del accidente, fueron unas condiciones no limitativas para el vuelo, sin constatarse ninguna condición adversa imprevista influyente en el suceso.

### **2.2. Análisis de la operación**

Según las declaraciones de la tripulación, el avión funcionaba correctamente hasta que decidieron practicar un fallo de motor, cortando gases (sin llegar al ralenti), momento en el que el motor empezó a funcionar irregularmente. El PF de forma inmediata incrementó potencia y decidieron volver a LECU. Se ha constatado que en los motores Lycoming con cilindros opuestos, cuando se produce un corte de gases brusco, puede producirse un enfriamiento rápido del motor que puede tener consecuencias en la operación tales como un funcionamiento irregular o petardeo e intensas vibraciones, que coinciden con los efectos percibidos por los pilotos según sus declaraciones.

Cuando aumentaron potencia en configuración de crucero estaban a unos 3000 ft y la situación pareció recuperarse con parámetros de motor normales, pero a continuación el motor volvió a sonar mal, esta vez con vibraciones aún más fuertes y con pérdida de potencia, no siendo capaz de mantener el nivel de vuelo.

La actuación del PF fue adelantar las palancas de gases y paso al máximo y el avión dejó de caer, pero el motor seguía sonando mal y con vibraciones. Las circunstancias les permitían haber realizado otras configuraciones y comprobaciones para intentar recuperar el motor, la altitud era adecuada y el motor no había dejado de suministrar potencia en ningún momento. La decisión fue aterrizar lo antes posible comunicando la emergencia por fallo de motor.

Según declararon tuvieron una interrupción del suministro eléctrico de manera que las comunicaciones no fueron adecuadas tanto en la transmisión por radio de la emergencia como a través del intercomunicador entre la tripulación. Aunque su intención era volver a LECU, como de nuevo tenían problemas para mantener el nivel de vuelo a pesar de tener la potencia al máximo, decidieron aterrizar lo antes posible en el aeródromo más cercano a su posición (LEMT), cuya decisión se considera adecuada y que fue adoptada con tranquilidad y eficiencia. El PIC cambió la frecuencia a LEMT para comunicar sus intenciones, pero tuvieron nuevas interrupciones eléctricas que dificultaron la comunicación.

Al acercarse a LEMT el PF vio que todas las aeronaves que estaban en circuito se dirigían a la cabecera de la pista 08, por lo que giró hacia esa pista. Entonces vio que el PIC le hacía gestos, pero no le oía porque el intercomunicador no funcionaba y la radio tampoco por los cortes intermitentes de corriente.

El PF empezó a girar hacia la derecha para hacer viento en cola de la pista 08, en realidad como establece el procedimiento de aterrizaje sin potencia, pero el PIC considerando que en la posición en la que estaban era más sencillo ir directos a base de la pista 26, intentó hacérselo saber al PF, pero este no le entendió porque el intercomunicador no funcionaba e intentó coger los mandos. El PF al darse cuenta de su intención, comenzó a girar a base de la pista 26, momento en el que se recuperaron las comunicaciones y el PIC le indico "avión mío" haciéndose cargo del aterrizaje. Esta descoordinación en cabina estuvo influida por la falta de comunicaciones técnicas eficaces debido al fallo eléctrico que imposibilitó las comunicaciones entre ambos pilotos y a la falta de definición de las funciones a ejercer en caso de emergencia por cada uno de los pilotos, que debió definirse en el *briefing* previo al vuelo, que no fue preparado adecuadamente.

El PF notificó en final de la pista 26, sus intenciones de aterrizaje inmediato por el fallo de motor, respondiéndole otro tráfico que venía en corta final de la pista 08 y que tuvo que hacer un "motor y al aire". No recordaba que el PIC bajara la palanca del tren porque él estaba centrado en las comunicaciones y en el otro tráfico, y tampoco recordó haber oído ningún avisador de pérdida ni de tren inseguro, ni comprobó si estaban iluminadas las tres luces verdes de tren abajo y bloqueado. Durante el vuelo tampoco recordaba haber mirado los parámetros del motor durante su fallo, por lo tanto, su pilotaje no fue apropiado.

El PIC cuando tomó los mandos ya tenía configurado el avión con 2 puntos de flaps por lo que pasó a desplegar el tercer punto y bajar el tren en corta final, pero según su testimonio, a causa del fallo eléctrico no le fue posible saber si había bajado o no. Tenían muchas vibraciones y según su declaración se centró en aterrizar lo antes posible. Aunque notaba que el avión flotaba "demasiado" no recordó haber comprobado que las tres luces verdes de tren abajo y bloqueado estuvieran iluminadas, ni que sonara el avisador de pérdida ni el avisador de tren inseguro tras cortar gases a ralentí. La velocidad de aterrizaje era de unos 85 kts por lo tanto adecuada para realizar la toma, pero su mayor preocupación era la posibilidad de que se produjera fuego en el motor, aunque no había indicios objetivos de que esto pudiera ocurrir. No obstante, asegurar la aeronave tras la toma de forma inmediata fue una decisión adecuada, de manera que según tocó la pista, cortó mezcla (durante todo el vuelo mantenida en mezcla rica), gases e interruptor general, y cuando se dieron cuenta ya habían aterrizado con la parte inferior del fuselaje del avión y el tren de aterrizaje sin desplegar.

El PIC confirmó que durante el vuelo no realizaron ningún tipo de actuación sobre el motor tras la aparición de las vibraciones ni tampoco sobre la extensión automática del tren de aterrizaje. Desde que se inició el mal funcionamiento del motor hasta que aterrizaron transcurrieron entre ocho y diez minutos, tiempo suficiente para ejecutar los procedimientos de emergencia aplicables. Estos hubieran sido el de "pérdida de potencia en vuelo" y posteriormente el de "aterrizaje sin potencia".

Según sus declaraciones, del procedimiento de “pérdida de potencia en vuelo” no aplicaron ningún paso, salvo la comprobación de los parámetros de motor que según el PIC parecían ser normales; pero ni conectaron la bomba eléctrica de combustible ni el aire alternativo ni hicieron la prueba de magnetos ni probaron otras configuraciones de potencia para comprobar si se recuperaba la potencia.

En cuanto al procedimiento de “aterrizaje sin potencia”, se decidió aterrizar lo antes posible consultando los aeródromos cercanos dado que las circunstancias lo permitían, identificando como idóneo por cercanía a su posición, LEMT que fue una decisión apropiada. Pero también incluido en el procedimiento se hace notar específicamente las condiciones en las que el sistema de extensión automática del tren opera para actuar en consecuencia (velocidad 105 KIAS y potencia al ralentí). Si se hubiera activado el sistema, que estaba desactivado como se constató tras el aterrizaje, probablemente se hubiera evitado el aterrizaje sin tren. Por lo que deduce de las declaraciones de la tripulación la existencia de este dispositivo fue obviada probablemente por la situación de caos y nerviosismo creada en cabina, que, aunque inicialmente parecía controlada, se vio modificada por la dificultad en las comunicaciones y la continua pérdida de altitud.

Probablemente contribuyó la falta de experiencia de la tripulación en este tipo de aeronaves, en que los pilotos no advirtieran que el dispositivo de extensión automática del tren estaba bloqueado. Por otro lado, probablemente por la situación de emergencia, no tuvieron en cuenta que este motor tiene una limitación de cinco minutos con potencia de despegue según la recomendación del fabricante, la cual fue superada y que probablemente contribuyó al fallo fatal del motor.

De lo anterior cabe concluir, que las actuaciones de la tripulación durante el aterrizaje de emergencia, con el cambio improvisado de funciones PF y PIC haciéndose cargo de los mandos alternativamente, sin comunicaciones eficaces y la poca experiencia y conocimiento de la aeronave y sus dispositivos, contribuyeron a la ejecución inapropiada del aterrizaje con el tren no desplegado, por lo que hubo una falta de adherencia a los procedimientos operativos.

### **2.3. Análisis del mantenimiento de la aeronave**

Como resultado de la inspección de la aeronave y en particular del motor se identificó que la pérdida de potencia identificada por la tripulación, se debió al hecho de que la varilla empujadora y el tubo protector de la válvula de admisión del cilindro nº4 se deformó soltándose de su conexión, dejando inoperativo dicho cilindro.

Según la tripulación el funcionamiento irregular del motor se inició al simular un fallo de motor, reduciendo potencia rápidamente, pero sin llegar a la posición de ralentí.

Cabe destacar que en todo momento el motor suministró potencia, aunque perdiéndose de forma gradual, funcionando de forma irregular y con fuertes vibraciones cuando se aplicó potencia máxima lo que es consistente con que el fallo se produjera en solo uno de los cilindros.

El estado en el que se encontraba el motor no era coherente con un motor reacondicionado en una revisión general (*overhaul*) hacía nueve horas de vuelo.

En particular cabe destacar que de las dos magnetos que también fueron reacondicionadas e instaladas al mismo tiempo que el motor, la del lado izquierdo se encontraba en un estado de deterioro que la hacía inoperativa, a pesar de que en una primera inspección visual ambas magnetos parecían encontrarse en buen estado, y solo, cuando fueron desmontadas, se comprobó su verdadero estado. El aislamiento de las rampas de encendido de ambas magnetos se encontraba en buen estado, sin daños mecánicos, pero estaban sujetas con tuercas autofrenables que carecían de efectividad dando muestras de un mantenimiento inadecuado y poco riguroso.

Ambas magnetos estaban mal caladas de acuerdo a la placa de motor, además en la izquierda los contactos estaban muy cerrados, el *Impulse coupling* (acoplamiento de impulso) apenas ejercía su función, y la presencia de corrosión severa en la zona de la brida y el eje-cojinete, dificultaban su movimiento, lo que pudo implicar que no funcionara durante el vuelo. Aunque esta magneto estuvo probablemente inoperativa, no se considera que fuera la causa de la pérdida de potencia reportada por los pilotos, ya que el motor podía funcionar adecuadamente con una sola magneto, la del lado derecho que, aunque era convencional (sin acoplamiento de impulso) se encontraba en buenas condiciones. No obstante, todo lo anterior, lo que se pone de manifiesto es el tipo de mantenimiento realizado.

Las bujías instaladas en la parte superior de los cilindros eran de marca diferente a la de las posiciones inferiores, con grados térmicos y resistencias internas diferentes, lo que no es recomendable para un funcionamiento correcto de las magnetos.

Al vaciar el aceite lubricante del motor se comprobó que no mostraba ni la densidad ni el color de un aceite con nueve horas de funcionamiento, momento en el que estaba registrado su cambio. Tras el desmontaje del motor y los filtros de aceite, se pudo comprobar que había presencia de abundantes partículas contaminantes de diversas naturalezas, así como lodos en el fondo del cárter que denotaban una limpieza del motor insuficiente, inadecuada e incluso improbable durante la última revisión general (*overhaul*).

El aceite de retorno de los cilindros al cárter presentaba un aspecto carbonizado lo que es consistente con que las zonas que debían ser refrigeradas y lubricadas se hayan sobrecalentado, probablemente por las obstrucciones en puntos del circuito de lubricación por acumulación de contaminantes en conductos y pasos estrechos. Si la obstrucción pasa de ser parcial a total, el fallo de los componentes de esas zonas (cilindros, balancines, válvulas...) se produce en pocos segundos. Por otro lado, el aumento de temperatura en esas zonas puede llegar a degradar el aceite, perdiendo progresivamente su capacidad de lubricar y refrigerar correctamente.

Dadas las pocas horas de uso que tenía el aceite, se considera que probablemente el problema de lubricación existió desde el principio dado el estado de degradación y

contaminación del aceite, probablemente el motor no fue ni limpiado durante el *overhaul*, ni preservado adecuadamente durante el periodo de inactividad, y la presencia de corrosión y contaminantes en el motor contribuyó a la degradación del aceite.

La presencia de partículas metálicas en los filtros del aceite es coherente con el desgaste observado en la cabeza de las levas de las válvulas, que debió haberse identificado durante el *overhaul* del motor.

La deformación del tubo protector de la varilla empujadora de la válvula de admisión del cilindro nº4, fue debida a la falta de lubricación adecuada, así como a la acumulación de depósitos contaminantes en el espacio tubo-varilla.

En particular, se constató la obstrucción del orificio de lubricación del alojamiento de la válvula donde se encontró una partícula de silicona de gran tamaño, que impedía el paso de aceite, lo que es congruente con que, aunque el tubo protector estuviera desembocado de su conexión con el lado del cárter y estuviera suelto el retén de aceite, no hubiera derrames de aceite, ya que no llegaba a la zona. El fallo provocó una pérdida de potencia notable en coherencia con la declaración de los pilotos, pero sin pérdida de presión o fuga de aceite lubricante.

La válvula en sí no estaba inoperativa, se desplazaba, pero no salía del tubo protector por el material grisáceo solidificado que había en su interior.

Además, según la experiencia del fabricante del motor en el caso de motores con pocas horas o procedente de *overhaul* como el caso del suceso, se puede producir también la deformación del tubo protector y la varilla empujadora si se ha realizado un ajuste inadecuado de las tolerancias tubo-varilla o un mal alineamiento. La investigación lo que puede constatar es la falta de lubricación y la acumulación de contaminantes en el espacio tubo-varilla, ya que dados los daños presentes impedían comprobar si además se produjo un ajuste o alienación defectuosos, aunque no es descartable dado el tipo de mantenimiento poco cuidadoso observado en general.

Aunque al abrir el capó del motor se podría decir que el mantenimiento general era adecuado, todo parecía estar bien ajustado y sin derrames, lo cierto es que no se correspondía con el estado real del motor tras su desmontaje.

Se observó la aplicación de grandes cantidades de silicona en la unión de los semicárteres y en la tapa de la caja de accesorios, sin limpieza de las cantidades sobrantes; la suciedad de los componentes, la presencia de corrosión, los lodos del fondo del cárter; la fisura en el cárter en la zona inferior del cilindro nº4, en una zona rectificada; la presencia de abundantes partículas contaminantes (algunas de gran tamaño) a lo largo de todo el circuito de lubricación del motor; el color del interior de los semicárteres oscuro, característico del contacto prolongado con aceite usado, que no aparentaban haber sido limpiados recientemente, etc., todo ello lleva a considerar que el mantenimiento del motor era descuidado e inadecuado.

Otros hallazgos durante la investigación tales como que los casquillos de bancada tenían sobremedida M10 y los de biela eran de medida estándar y por tanto inadecuados para un cigüeñal rectificado como era el caso, o que, de los ocho tubos protectores de las varillas empujadoras de las válvulas, tres de ellos eran de un n/p diferente al requerido según el IPC, dan muestra del tipo de mantenimiento realizado en el motor, incorrecto y descuidado que puede incurrir en riesgos para la seguridad operacional de la aeronave. Incluso prácticas como la utilización de sellantes con hilo de seda en las juntas muestran un tipo de mantenimiento en desuso, que el propio fabricante del motor no recomienda dado que para que sea eficaz precisa de una ejecución pulcra y esmerada difícil de conseguir, y que en este caso no se ha apreciado en su práctica general.

### **2.4. Análisis de los restos de la aeronave**

Durante la inspección general de la aeronave los daños identificados eran coherentes con un aterrizaje de emergencia con el tren de aterrizaje no extendido.

Los flaps estaban rozados tanto por el borde como por su parte inferior, indicador de que iban desplegados durante el aterrizaje concordante con la declaración de los pilotos.

Las compuertas del tren principal no estaban rozadas a pesar de haber aterrizado con la parte inferior del fuselaje, posiblemente porque la aeronave se apoyó sobre el estribo de acceso a la cabina, que se encuentra situado en la parte derecha del fuselaje y fue el que estuvo apoyado, sujetando la aeronave durante su deslizamiento sobre la pista como muestra su gran desgaste. El hecho de que tampoco se identificaron daños en la parte inferior izquierda, pudo responder a una toma equilibrada de la aeronave hasta su total detención, en coherencia con los daños apreciados en la compuerta del tren de morro que sí estaba arañada y a los identificados en el punto de anclaje de la aeronave a tierra del empenaje de cola que estaba también rozado en su parte inferior. Estos puntos de apoyo mantuvieron la aeronave ligeramente elevada hasta que el morro cayó en el último momento.

En cuanto a la hélice cuyas puntas de pala se encontraban deformadas hacia atrás eran indicativas de que el motor tuvo potencia en todo momento, consistente con las declaraciones de la tripulación y los hallazgos de la investigación.

En relación con las intermitencias del suministro eléctrico que afectaron a las comunicaciones internas y externas de la tripulación, tras revisar el sistema se pudo comprobar que el alternador se encontraba bien sujeto, con la correa bien tensada y sus conexiones eléctricas correctas. La batería por otro lado, incluso después de varios días desde el accidente, se comprobó que disponía de energía suficiente para mantener comunicaciones. En consecuencia, la pérdida de suministro eléctrico no pudo ser constatado.

La tripulación indicó que, como consecuencia de la falta de suministro eléctrico, no pudo comprobar si el tren de aterrizaje estaba extendido o no, ya que no pudieron verificar si las luces verdes de posición abajo y bloqueado del tren se iluminaban. Tras la inspección de la aeronave, pudo comprobarse que las luces se encendían

adecuadamente cuando el tren estaba abajo y bloqueado, así como el resto de indicadores y avisadores acústicos de advertencia. Así mismo se comprobó que el sistema de extensión en situación de emergencia funcionaba adecuadamente, y que el dispositivo de extensión automática del tren estaba operativo. Todo funcionaba correctamente, pero este último dispositivo no se activó porque estaba en posición OVERRIDE, anulándolo. Este hecho pareció pasar desapercibido por la tripulación probablemente por la falta de experiencia en el tipo de aeronave del suceso, dado que este tipo de dispositivo no es habitual en otras aeronaves.

### 2.5. Análisis de la organización y la gestión

En cuanto a la organización operadora y de formación, esta contemplaba la realización de vuelos de refresco o de reentrenamiento para su equipo instructor dentro de su alcance formativo.

En el caso del PIC la experiencia era entre quince y veinte horas de vuelo (sin poder precisarlas) realizadas durante su formación como piloto hacía aproximadamente tres años y en el caso del PF su experiencia era de 3,2 horas de vuelo.

Las horas de vuelo realizadas en otros modelos de Piper PA28 no pueden tenerse en cuenta dado que se trataba de modelos con tren fijo y no retráctil como la del suceso.

En consecuencia, se considera que la organización debería garantizar que cuando se precise probar una aeronave tras un periodo prolongado de inactividad<sup>4</sup>, como fueron las circunstancias del suceso, debería realizarlo personal con mayor experiencia en el tipo de aeronave, con objeto de disminuir el riesgo de una posible gestión inadecuada ante una situación de emergencia.

Así mismo, tras el análisis de gestión de la emergencia por la tripulación, la organización debería garantizar que, en todos los vuelos, incluidos los realizados entre instructores, se prepara adecuadamente el vuelo con el *briefing* pertinente donde se definan las funciones a desempeñar por cada uno de los componentes de la tripulación, así como la definición del plan de vuelo con el estudio mínimo de la zona a sobrevolar y definición de los aeródromos alternativos y sus circuitos de tráfico.

En cuanto a la gestión de la organización de mantenimiento responsable de la aeronave, como consecuencia de los hallazgos identificados durante la investigación, se considera inadecuada dado que el mantenimiento realizado a la aeronave del

---

<sup>4</sup> Según el fabricante del motor, en su Carta de Servicio nº L180B del 13/11/2001, recomienda la preservación del motor si la aeronave va a tener un periodo prolongado de inactividad considerado este como mínimo de treinta días. Así mismo, en su Instrucción de Servicio nº 1425A del 19/01/1988 se recomienda la sustitución del aceite lubricante en periodos inferiores a los de la revisión programada de mantenimiento (50 h), si la aeronave no vuela como mínimo 25 h en cuatro meses, por lo que la recomendación establece el cambio como mínimo a las 25 horas de vuelo.

suceso no ha garantizado su correcto funcionamiento, en particular, del motor y sus componentes, los cuales fueron objeto de una revisión general (*overhaul*) hacía nueve horas de vuelo, realizada 16 meses antes y cuya última revisión fue 19 días antes del suceso cuando el motor tenía 07:45 horas de vuelo, lo que no es congruente con el deficiente estado en el que se encontraba el motor y algunos de sus componentes, ni con una preservación adecuada durante el periodo de inactividad, si esta se hubiera realizado.

En el momento del suceso la organización de mantenimiento certificada como EASA Parte 145 era inspeccionada/supervisada por la autoridad aeronáutica dentro del proceso de supervisión continua a través de sus Planes de Vigilancia Continuada. La gestión de la organización se considera deficiente e incoherente al no haber correspondencia entre los hechos constatados durante la investigación sobre el mantenimiento realizado a la aeronave del suceso y los registros documentales de los mismos proporcionados por la organización. En consecuencia, se considera que las actuaciones de mantenimiento realizadas ponían en riesgo la seguridad operacional de la aeronave.

### 3. CONCLUSIONES

#### 3.1. Constataciones

- La tripulación disponía de licencias de piloto y de instructor, válidas y en vigor considerando la Resolución de AESA del 05/05/2020 para la extensión de los periodos de validez como consecuencia de la crisis global del coronavirus COVID-19.
- Los certificados médicos de la tripulación eran válidos y estaban en vigor.
- El PIC disponía de una experiencia entre quince y veinte horas de vuelo en el tipo de aeronave del suceso realizadas durante su formación como piloto hacía tres años.
- El PF disponía de una experiencia total de 3,2 horas de vuelo en el tipo de aeronave del suceso.
- El último certificado de matrícula fue emitido el 15/02/2019 con estacionamiento habitual el Aeropuerto de Madrid Cuatro Vientos (Madrid) y arrendador la escuela de formación operadora en el momento del accidente.
- El vuelo del accidente era un vuelo de reentrenamiento de instructores tras un periodo de tres meses y medio de inactividad del personal instructor y de la aeronave.
- La aeronave era mantenida en un centro de mantenimiento EASA Parte-145, con certificado en vigor.
- La aeronave disponía del certificado de aeronavegabilidad válido y en vigor.
- La organización de mantenimiento certificó la aeronave con el certificado de autorización de retorno al servicio el 26/09/2019 tras un *overhaul* de motor, hélice, *governor*, magnetos, inyector, motor de arranque, alternador y bombas de combustible y vacío.
- La aeronave fue construida en 1974 y tenía un registro acumulado de horas de vuelo de 8845:15 horas y el motor desde el último *overhaul*, de nueve horas.
- La última revisión de mantenimiento programado realizado fue una revisión de cincuenta y cien horas de vuelo el 26/09/2019 y la última revisión de puntos especiales anterior al vuelo del suceso fue el 20/05/2020 cuando la aeronave tenía TSN: 8843:55 horas de vuelo y el motor TSO: 07:45 horas.
- La varilla empujadora y su tubo protector de la válvula de admisión del cilindro nº 4 estaban deformados y desembocados de su conexión a cárter como consecuencia de la falta de lubricación por los depósitos de contaminantes en el espacio tubo-varilla y por la obstrucción mediante partículas de silicona en los orificios de lubricación de los alojamientos de los seguidores de leva del cilindro nº 4, provocando la inoperatividad del cilindro.
- La varilla empujadora de la válvula de escape también se encontraba deformada pero no bloqueada, con abundantes acumulaciones de contaminantes.
- La inoperatividad del cilindro nº 4 ocasionó una pérdida de potencia del motor en vuelo.
- La magneto del lado izquierdo esta inoperativa con presencia de corrosión severa.

- Se encontró una fisura en el cárter en la zona inferior del cilindro nº4.
- Se constató que el cigüeñal estaba rectificado M10 y que los casquillos de bancada tenían sobremedida M10 y los de biela eran de medida estándar, inadecuados para el cigüeñal rectificado.
- De los ocho tubos protectores de las varillas empujadoras de válvulas, tres de ellos eran de un n/p diferente al requerido según IPC del fabricante del motor.
- Tras el desmontaje del motor, se constató la presencia de suciedad en la mayoría de los componentes, así como abundantes lodos en el fondo del cárter.
- El árbol de levas mostraba desgaste en las puntas de las levas no apto para el servicio.
- El análisis del aceite lubricante del motor ha puesto de manifiesto su estado de degradación y contaminación con partículas de diversas naturalezas cuyo uso se considera peligroso para la operación del motor, incongruente con el número de horas de funcionamiento documentado de nueve horas.
- El análisis de las muestras de partículas encontradas en el motor, en el aceite lubricante y en los filtros de aceite han puesto de manifiesto la existencia de partículas contaminantes de origen polimérico/orgánico y metálicas. En particular en el filtro de aceite se apreciaban partículas metálicas resultantes de deslizamientos y fatiga de materiales, abrasivas y procedentes de corrosión.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.
- El análisis de los daños de la aeronave en los flaps, zona inferior del fuselaje y hélice son compatibles con el aterrizaje de emergencia realizado con el tren no extendido.
- El tren de aterrizaje, incluido su sistema de indicación en cabina funcionaban correctamente en el momento del accidente.
- El sistema de extensión automática del tren se encontraba anulado mediante la palanca en posición OVERRIDE, en el momento del accidente.
- La tripulación resultó ilesa y salió por sus propios medios de la aeronave.

### 3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente, la falta de adherencia a los procedimientos operacionales, que condujo al aterrizaje con el tren de aterrizaje no extendido.

Se consideran factores contribuyentes al accidente a los siguientes:

- la anulación del sistema de extensión automática del tren de aterrizaje, y
- la pérdida de potencia del motor como consecuencia del fallo producido en el cilindro nº 4 por un inadecuado mantenimiento del motor y por la superación de la limitación de potencia de despegue recomendada por el fabricante.

#### **4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

REC 17/21: Se recomienda a AESA que realice una actividad inspectora a SINMA AVIACIÓN, S.L. relativa a su aprobación como Organización de Mantenimiento ES.145.113, con objeto de garantizar que continúa manteniendo su capacidad para actuar de acuerdo a su aprobación.

REC 18/21: Se recomienda a SINMA AVIACIÓN, S.L. que establezca un plan de acción para asegurar que sus actuaciones se ajustan a la aprobación EASA PART 145 otorgada por la autoridad.

REC 19/21: Se recomienda a AEROFAN ATO que implemente las acciones necesarias para definir e incluir en su programa de formación los vuelos de reentrenamiento de su equipo instructor para garantizar que dichos vuelos se preparen adecuadamente durante las reuniones prevuelo de la tripulación.