

CIAIAC

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

Informe técnico A-002/2020

Accidente ocurrido el día 19 de enero de 2020, a la aeronave DIAMOND DA20-A1, matrícula EC-JLN, frente a la playa de El Altillo, isla de Gran Canaria (Las Palmas de Gran Canaria)



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: 796-21-130-7

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

E-mail: ciaiac@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.

Índice

ABREVIATURAS	4
Sinopsis	6
1. INFORMACIÓN FACTUAL	7
1.1. Antecedentes del vuelo.....	7
1.2. Lesiones personales.....	8
1.3. Daños a la aeronave	8
1.4. Otros daños	8
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave.....	9
1.7. Información meteorológica.....	16
1.8. Ayudas para la navegación	17
1.9. Comunicaciones.....	17
1.10. Información de aeródromo.....	18
1.11. Registradores de vuelo	19
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	20
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 sobre organización y gestión.....	28
1.18. Información adicional.....	29
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	30
2. ANÁLISIS	31
2.1. Análisis de la operación	31
2.2. Análisis del fallo del motor	32
2.3. Análisis de las anotaciones en el TLB.....	34
2.4. Consumo de aceite del motor	35
2.5. Análisis del procedimiento de comprobación del nivel de aceite.....	36
2.6. Funcionamiento de los chalecos salvavidas	37
3. CONCLUSIONES	39
3.1. Constataciones.....	39
3.2. Causas/factores contribuyentes	40
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL	41

ABREVIATURAS

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
°F	Grado(s) Fahrenheit
%	Tanto por ciento
AD GCLP	Aeropuerto de Gran Canaria
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Sobre el nivel del terreno
AMSL	Sobre el nivel medio del mar
ARC	Certificado de revisión de la aeronavegabilidad
ATO	Organización de formación aprobada
ATPL	Licencia de piloto de transporte de línea aérea
CAVOK	Visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos
cm	Centímetro(s)
CPL	Licencia de piloto comercial
CTR	Zona de control
FL	Nivel de vuelo
ft	Pie(s)
GCLP APP	Control de aproximación del aeropuerto de Gran Canaria
h	Hora(s)
hp	Caballo de potencia
hPa	Hectopascal(es)
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s) - Kilometre (s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo(s)
kW	Kilovatio(s)
L	Litro(s)
l/h	Litros por hora
LDG	Aterrizaje
m	Metro(s)
m ²	Metro(s) cuadrado(s)
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
min	Minuto(s)
mph	Millas terrestres por hora
Nº	Número
PPL	Licencia de piloto privado
psi	Libras por pulgada cuadrada
rpm	Revoluciones por minuto

Informe técnico A-002/2020

S	Sur
s/n	Número de serie
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
SLU	Sociedad limitada unipersonal
T/O	Despegue
TBO	Tiempo entre revisiones generales
TLB	Cuaderno técnico de la aeronave
UTC	Tiempo universal coordinado
V_A	Velocidad de maniobra
V_{FE}	Velocidad máxima con flaps extendidos
VFR	Reglas de vuelo visual
VLA	Avión muy ligero
V_{NE}	Velocidad aerodinámica que nunca ha de excederse
V_{NO}	Velocidad máxima estructural de crucero
W	Oeste

Sinopsis

Propietario:	Rosique Aircraft, S.L.
Operador:	Privado
Aeronave:	DIAMOND A20-A1, matrícula EC-JLN
Fecha y hora del incidente:	Domingo, 19 de enero de 2020, 09:23 h ¹
Lugar del accidente:	Frente a la playa de El Altillo (isla de Gran Canaria)
Personas a bordo:	Dos, un tripulante y un pasajero, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación general – Privado
Fase de vuelo:	En ruta
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	24 de marzo de 2020

Resumen del suceso

La aeronave realizaba un vuelo privado para aumentar la experiencia de vuelo del piloto entre el aeródromo de El Berriel (Gran Canaria) y el aeropuerto de La Gomera, que incluía una maniobra de toma y despegue en el aeropuerto de Tenerife Norte.

Cuando la aeronave se encontraba volando sobre el mar, a escasas millas al norte de la costa de la isla de Gran Canaria, se produjo una parada del motor. La tripulación contactó por radio con el centro de control y declaró emergencia por fallo de motor.

Poco tiempo después, la aeronave amerizó frente a la playa de El Altillo.

Los dos tripulantes pudieron salir de la aeronave y alcanzaron la orilla a nado, donde fueron asistidos por personas que se encontraban en la zona.

Se considera que la causa del accidente fue la realización de un amerizaje forzoso, motivado por la parada del motor durante el vuelo, que fue ocasionada por la rotura de la biela del cilindro nº 1, debido a una deficiente lubricación.

La investigación he determinado que fue factor contribuyente el siguiente:

- El deficiente procedimiento de verificación del nivel de aceite utilizado por el personal de la ATO que operaba la aeronave.

¹ La referencia horaria utilizada es la hora local, que coincide con la hora UTC.

Se emiten las siguientes recomendaciones sobre seguridad operacional:

- REC. 28/21.** Se recomienda a Canavia Líneas Aéreas SLU, que revise y, en su caso, modifique sus procedimientos operacionales, a fin de garantizar que los chequeos de nivel de aceite en las aeronaves que equipen motores Rotax 912, reúnen las condiciones de homogeneidad y fiabilidad que garanticen la corrección de las lecturas.
- REC 29/21.** Se recomienda al fabricante de la aeronave, Diamond Aircraft, que revise el *Manual de vuelo* de la aeronave, a fin de que el procedimiento de comprobación del nivel de aceite del motor contenga la totalidad de las acciones recomendadas por su fabricante, BRP-Rotax GmbH & Co KG.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

La aeronave despegó del aeródromo de El Berriel, que está ubicado en la costa sureste de la isla de Gran Canaria (ver figura 2), para realizar un vuelo bajo reglas de vuelo visual (VFR) con destino el aeropuerto de La Gomera, que incluía una maniobra de toma y despegue en el aeropuerto de Tenerife Norte y el posterior retorno al aeródromo de El Berriel.



Figura 1. Mapa de Gran Canaria (izquierda) en el que se ha marcado la trayectoria de la aeronave y las ubicaciones del aeródromo de El Berriel y la zona donde amerizó y fotografía de la aeronave del suceso (derecha)

A bordo iban dos ocupantes, ambos con licencia de piloto privado, que estaban siguiendo un curso modular para la obtención de ATPL, en la escuela que operaba la aeronave.

Habían alquilado la aeronave para realizar un vuelo con el que aumentar sus horas y poder alcanzar la experiencia necesaria para la obtención de la licencia de piloto comercial (CPL) y la parte teórica de la licencia de transporte de líneas aéreas (ATPL). En el vuelo de ida, uno de ellos actuaría como piloto al mando, y en el vuelo de regreso lo haría el otro.

Tras el despegue, se dirigieron hacia el Norte y cuando alcanzaron la costa viraron al Oeste para dirigirse hacia Tenerife.

Alrededor de las 09:18 h, cuando la aeronave se encontraba volando a una altitud de 3100 ft, alcanzando la punta de Guanarteme, el piloto llamó al centro de control y declaró emergencia por baja presión de aceite y humo en cabina y manifestó su intención de llegar hasta el aeropuerto de Gran Canaria.

Poco tiempo después volvió a llamar notificando fallo completo de motor e informó de que intentaría amerizar.

Finalmente llevó a cabo un amerizaje frente a la playa de El Altillo.

Los dos ocupantes pudieron salir de la aeronave y alcanzaron la orilla a nado, donde fueron asistidos por personas que se encontraban en la zona.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No aplicable
llesos	1	1	2	No aplicable
TOTAL	1	1	2	

1.3. Daños a la aeronave

Durante el amerizaje no se produjeron daños relevantes en la aeronave.

No obstante, esta quedó parcialmente sumergida en el agua, quedando a merced de las olas y las corrientes que la desplazaron hacia la orilla, haciendo que chocara contra algunas rocas, lo que produjo daños en ambos semiplanos.

A estas roturas localizadas, se añadió el daño generalizado producido por el efecto corrosivo del agua del mar sobre las partes metálicas, especialmente sobre las de aluminio, así como sobre los equipos eléctricos y electrónicos.

1.4. Otros daños

No hubo más daños.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto

El piloto, de 25 años de edad, tenía la licencia de piloto privado de avión (PPL) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 19 de junio de 2019. Tenía anotada la habilitación de monomotores terrestres de pistón (SEP), válida hasta el 30 de abril de 2021. Su nivel de competencia lingüística en castellano era 6.

El certificado médico de clase 2 también estaba en vigor hasta el 12 de septiembre de 2023.

Según la información facilitada, su experiencia total de vuelo era de unas 98 h, de las cuales 6 h 30 min las había realizado en aeronaves del mismo tipo que la del suceso.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave DIAMOND DA20-A1 es un monomotor de ala baja, monopiloto, equipado con un tren de aterrizaje fijo tipo triciclo, fabricado en el año 1995 con el número de serie 10046.

Sus características generales son las siguientes:

- Envergadura: 10,84 m
- Longitud: 7,17 m
- Altura: 2,11 m
- Superficie alar: 11,60 m²
- Peso en vacío: 522 kg
- Peso máximo al despegue: 750 kg
- Capacidad de combustible: 76 L
- Motor ROTAX 912S3, s/n: 4924443
- Hélice: bipala, Hoffman, HO-V352F/170FQ
- Velocidad de no exceder (V_{NE}): 161 KIAS
- Velocidad de maniobra de diseño (V_A): 104 KIAS
- Velocidad máxima estructural de crucero (V_{NO}): 118 KIAS
- Velocidad máxima con flaps extendidos (V_{FE}): 81 KIAS

Limitaciones del motor:

- Potencia máxima de despegue (5 min.): 73,5 kW (100 hp)
- Régimen máximo permisible de despegue: 2385 rpm
- Potencia máxima continua: 69 kW (93 hp)
- Régimen máximo continuo permisible: 2260 rpm
- Presión de aceite:
 - Mínima 0,8 bar (12 psi)
 - Normal 2,0-5,0 bar (29-73 psi)
 - Máxima 7,0 bar (102 psi)
- Temperatura de aceite:
 - Mínima: 50°C (122°F)
 - Máxima: 130°C (266°F)

1.6.2. Información de mantenimiento y aeronavegabilidad

Disponía de un Certificado de Aeronavegabilidad expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea el 14 de febrero de 2012, en categoría Avión Muy Ligero (VLA).

El certificado de revisión de la aeronavegabilidad (ARC) era válido hasta el 6/04/2020.

La organización responsable del mantenimiento de la aeronave era Rosique Aircraft, que es una organización de mantenimiento aprobada por AESA con la referencia ES.145.207, según el Anexo II (Parte 145) del Reglamento (UE) N° 1321/2014.

El 15/03/2019 se realizó una inspección de 200 h (célula y motor) y de 100 h a la hélice. La célula tenía 5605 h y el motor 1812 h. La siguiente inspección, de 50 h, debería ser hecha antes de alcanzar 5650 h (célula).

La última revisión de mantenimiento que se realizó a la aeronave fue el 15 de octubre de 2019, y consistió en una inspección 50 h. Tanto el aceite como el filtro se remplazan cada 50 h, por lo que ambos habían sido cambiados en esta inspección. En ese momento la célula tenía 5649 h y el motor 1856 h.

El aceite utilizado era Aeroshell Oil Sport Plus 4.

La siguiente revisión programada era de 100 h y debería realizarse antes de que la célula alcanzase 5700 h, o el 30/08/2020, lo que antes ocurriera.

En el momento del accidente, la célula acumulaba 5694 h y 40 min. El motor había sido instalado en el mes de marzo de 2014 y tenía 1900 h y 20 min de funcionamiento. El tiempo remanente hasta la siguiente revisión era de 5 h y 20 min.

El tiempo entre inspecciones generales (TBO) del motor que equipaba la aeronave del suceso es de 2000 h o 15 años, lo que antes ocurra. El remanente que le quedaba al motor era de 126 h y 40 min, o hasta marzo de 2029.

1.6.3. Sistema de lubricación del motor Rotax 912S

El motor Rotax 912S es del tipo “cárter seco” con lubricación forzada mediante una bomba de aceite con regulador de presión integrado, que es accionada por el árbol de levas.

La figura 2 contiene un esquema del sistema de lubricación, extraída del manual de mantenimiento (*heavy maintenance*) de los motores de las series 912 y 914, en el que se ha coloreado la parte de este, situada a continuación del filtro, que está implicada en la lubricación del árbol de levas, cigüeñal y cojinetes de biela, con objeto de facilitar su visualización.

Según se indica en dicho manual y puede apreciarse en dicho esquema, la bomba aspira el aceite del depósito de aceite (1) a través de la línea (2), que lo conduce hasta el radiador de aceite (3). El aceite sale del radiador por la tubería (4) y llega a la bomba de aceite (5), saliendo de esta hacia el filtro (7).

Tras pasar a través del filtro, el aceite es impulsado a través del conducto (11), que está integrado en el semicárter izquierdo.

A través de la primera ramificación de este conducto (11) se lubrican los cuatro taqués hidráulicos de los cilindros 2 y 4. Desde los taqués el aceite fluye por las varillas empujadoras para lubricar el mecanismo de las válvulas de estos dos cilindros, retornando después al cárter a través de la línea de retorno.

Mediante la siguiente ramificación del conducto (11) se lubrica el cojinete del árbol de levas (18) y el cojinete principal del cigüeñal (19). Desde este último el aceite fluye a través de un conducto interno del cigüeñal para lubricar el cojinete de biela (20) del cilindro 4 y el casquillo de bronce (21) del cojinete de apoyo IH01 en la carcasa del encendido.

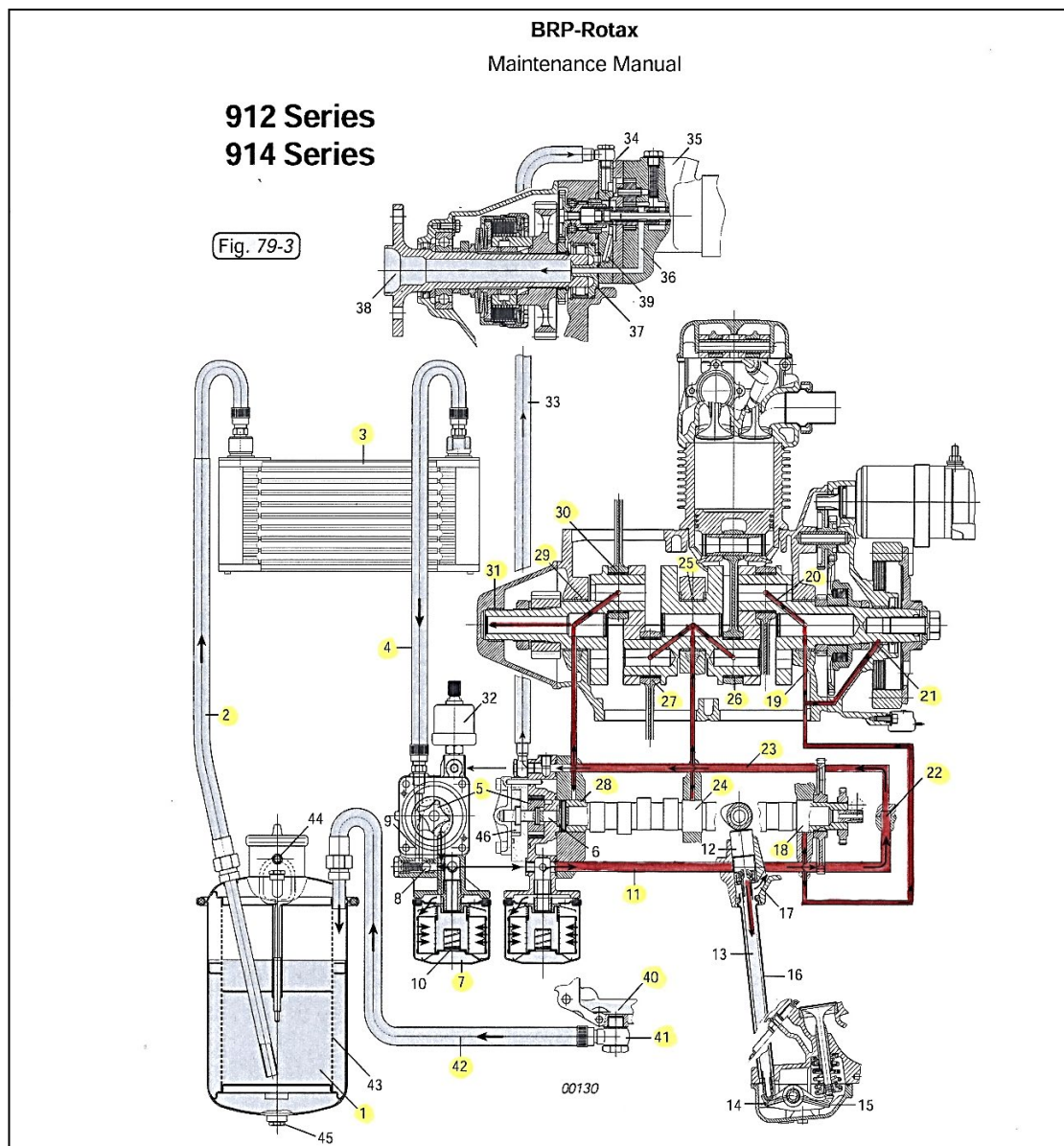


Figura 2. Esquema del circuito de lubricación de los motores Rotax de las series 912 y 914

Desde el conducto (11) el aceite fluye a través de la superficie de sellado de los semicárteres (22) y entra en el semicárter derecho y continua por el conducto (23). Este conducto se divide en tres ramificaciones: una de ellas conduce el aceite al cojinete del árbol de levas (24); otra lo conduce hasta el cojinete central principal de cigüeñal (25). Desde este el aceite es transportado a través de sendos conductos internos en el cigüeñal hasta los cojinetes de las bielas (26) y (27) de los cilindros 2 y 3; y el tercer ramal continua hacia la parte delantera del motor.

Este último conducto se ramifica nuevamente a la altura del apoyo delantero del cigüeñal. A través de una de estas ramificaciones se lubrica el cojinete del árbol de levas

(28). Otra de las ramificaciones conduce el lubricante hasta el cojinete principal del cigüeñal (29) y desde este punto el aceite se impulsa hacia la parte delantera para lubricar el cojinete (31), y a través de un conducto interno del cigüeñal, hacia la muñequilla para lubricar el cojinete de la biela del cilindro nº1 (30). La tercera ramificación del conducto (33) alimenta el governor hidráulico.

El aceite que aflora por todos los puntos de lubricación, fluye hacia la parte inferior del cárter (40). La presión generada en el cárter por los gases de escape empuja el aceite, haciendo que este salga del cárter por la boquilla (41) y retorne al depósito a través del conducto (42).

1.6.4. Cuaderno técnico de aeronave (TLB)

Se revisó el cuaderno técnico de vuelo desde el 17/10/2019 hasta el día del suceso, que abarca 21 hojas.

En ese periodo de tiempo, la aeronave realizó 45 vuelos con una duración total de 43 h y 40 min.

En todas las hojas está anotado el nivel de aceite, a excepción de la correspondiente al día 2/01/20, que está en blanco. En quince de ellas la anotación es "full", en cuatro es " $\frac{3}{4}$ " y en una es " $\frac{1}{2}$ ". No se ha encontrado ninguna anotación de que se hubiese rellenado el nivel de aceite.

El detalle concreto de las anotaciones es el siguiente:

<u>Fecha</u>	<u>Nivel de aceite</u>
17/10/19	$\frac{3}{4}$
18/10/19	$\frac{3}{4}$
19/10/19	$\frac{3}{4}$
21/10/19	lleno
23/10/19	lleno
24/10/19	lleno
25/10/19	lleno
26/10/19	$\frac{3}{4}$
2/11/19	lleno
3/11/19	lleno
4/11/19	lleno
4/11/19	$\frac{1}{2}$
5/11/19	lleno
5/11/19	lleno
6/11/19	lleno
7/11/19	lleno
8/11/19	lleno

1/12/19	lleno
2/01/20	sin anotación
18/01/20	lleno
19/01/20	lleno

Esta última hoja del TLB fue rellenaada por el piloto antes de iniciar el vuelo del suceso.

Asimismo, tampoco hay anotada ninguna anomalía, avería o diferido en dicho periodo de tiempo.

1.6.5. Manual de vuelo

1.6.5.1. Chequeo prevuelo

Según está especificado en el capítulo 4 del *Manual de vuelo* de la aeronave, que está dedicado a los procedimientos normales, la verificación del nivel de aceite del motor debe realizarse durante el chequeo prevuelo, y su realización le corresponde a la tripulación de la aeronave. La siguiente figura contiene un extracto del *Manual de vuelo* con las instrucciones pertinentes a la verificación del nivel de aceite.

7. Nose	
a) - Oil	check level by using dip-stick. min / max range is indicated by flat area of stick

1.6.5.2. Procedimientos de emergencia

El capítulo 3 del *Manual de vuelo* está dedicado a los procedimientos de emergencia. A continuación, se transcriben los correspondientes a las emergencias que tuvo la aeronave.

Procedimiento de baja presión de aceite

- | | |
|--|---|
| 1. Temperatura de aceite | Chequear |
| 2. Si la presión de aceite cae por debajo del arco verde pero la temperatura de aceite es normal | Aterrizar en el campo más próximo |
| 3. Si la presión de aceite cae por debajo del arco verde y la temperatura de aceite aumenta | Reducir potencia al mínimo que se requiera, aterrizar tan pronto como sea posible. Prepararse para un fallo de motor y aterrizaje de emergencia |

Procedimiento de aproximación en aterrizaje de emergencia con motor inoperativo

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Airspeed</i> (flaps in T/O and LDG position) | 57 kts / 66 mph / 106 km/h |
| <i>Airspeed</i> (flaps UP) | 65 kts / 75 mph / 120 km/h |
| 2. Válvula de corte de combustible | Cerrada |
| 3. Interruptor de encendido | Off |
| 4. Cinturones de seguridad | Asegurados |
| 5. Radio | Transmitir, facilitando localización e intenciones |
| 6. Interruptor general (<i>master switch</i>) | Off |

1.6.6. Peso y centrado

La tripulación realizó los cálculos de peso y centrado como parte de la preparación del vuelo, de acuerdo a los siguientes datos:

- Peso en vacío: 522,0 kg
 - Ocupantes: 145,0 kg
 - Equipaje: 5,0 kg
 - Combustible 53,2 kg
- Peso total 725,2 kg**

El peso al despegue, 725,2 kg, estaba por debajo del máximo que es 750 kg.

El centro de gravedad al despegue estaba a 32,7 cm y en el aterrizaje a 33,0 cm, quedando ambos dentro de los límites establecidos por el fabricante.

1.6.7. Manual de operación del motor Rotax912S

El procedimiento de comprobación del nivel de aceite contenido en el manual de operación del fabricante del motor consta de los siguientes pasos:

- Quitar el tapón del depósito de aceite. Girar la hélice a mano lentamente, varias veces, en la dirección de giro del motor para bombear aceite desde el motor al depósito.
- Es esencial que se produzca compresión en las cámaras de combustión. Mantener la presión durante varios segundos para permitir que el aire fluya al cárter a través de los segmentos. No es importante la velocidad a la que se gire la hélice, pero sí la presión y la cantidad de aire que lleguen al cárter.
- El proceso finaliza cuando llega aire al depósito, lo que será percibido por un ruido de gorgoteo en el depósito.
- Verificar el nivel de aceite y rellenar en caso de ser necesario.

El manual incluye una nota que indica que el nivel de aceite debería estar siempre en la mitad superior de la varilla (entre el 50% y *full*) y nunca por debajo del mínimo. La cantidad de aceite que contiene el sistema de lubricación del motor puede variar entre unos 2,5 litros (nivel mínimo) y 3 litros (nivel máximo).

En cuanto al consumo de aceite, el manual indica que el valor máximo es de 0,06 l/h.

1.7. Información meteorológica

El mapa de tiempo significativo de baja cota (ver figura 3) no mostraba presencia de fenómenos meteorológicos significativos. La temperatura del agua del mar en la zona donde amerizó la aeronave era de 19°C y la altura de las olas de un metro.

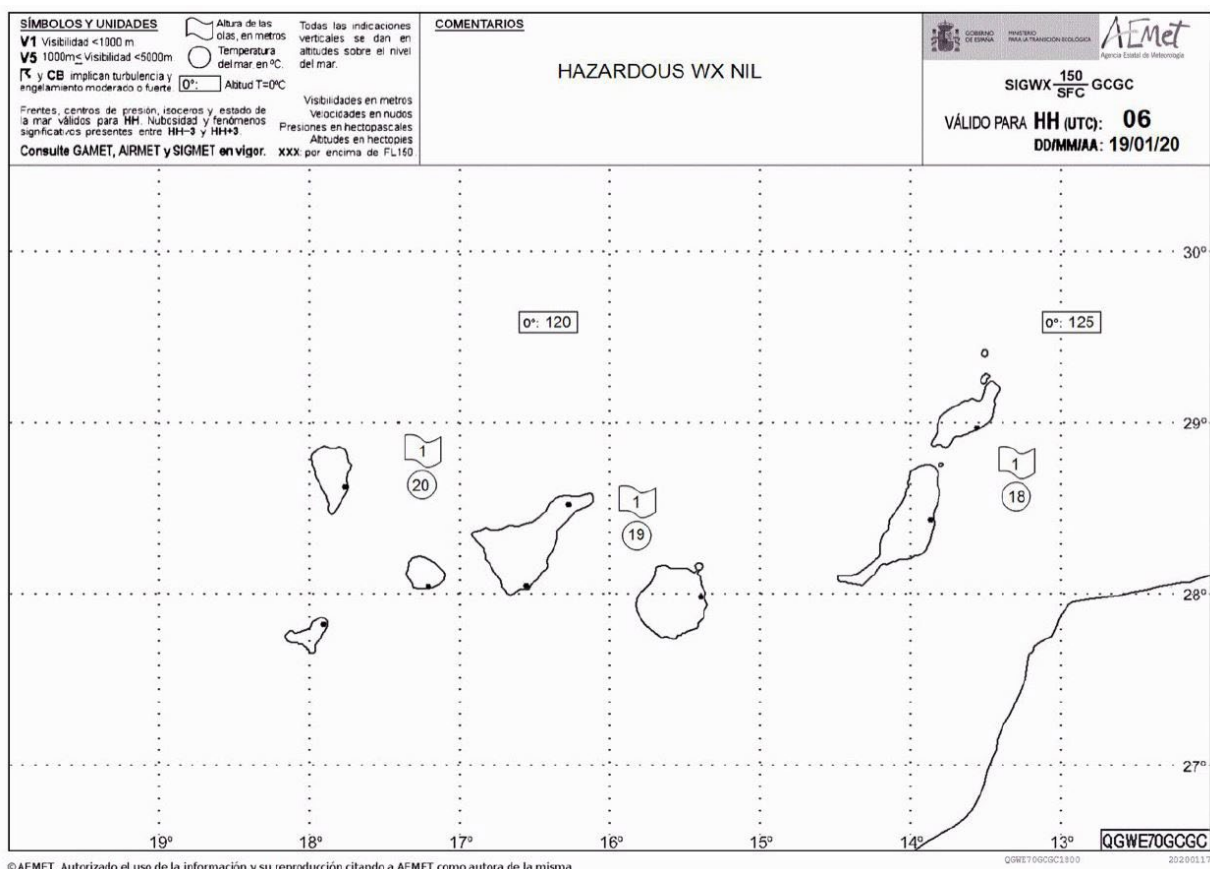


Figura 3. Mapa de tiempo significativo de baja cota

El mapa de viento y temperatura a 2000 ft mostraba que la situación general era de viento de dirección noreste, y de unos 10 kt de velocidad en el área de Gran Canaria. La temperatura en esta zona era de unos 15°C o 16°C.

Los pronósticos de los aeropuertos de Tenerife Norte y La Gomera, válidos desde las 21:00 h del día 18/01 hasta las 21:00 h del día 19/01 eran los siguientes:

La Gomera: viento de dirección 330° y 5 kt de intensidad, CAVOK, temperatura máxima de 22°C a las 15 h del día 19, temperatura mínima de 16°C a las 06:00 h del día 19, evolución entre las 11:00 h y las 13:00 h, viento de dirección 230° y 10 kt de velocidad.

Tenerife Norte: viento de dirección 140° y 11 kt de intensidad, visibilidad superior a 10 km, nubosidad escasa a 800 ft, temperatura máxima de 18°C a las 15:00 h, temperatura mínima 11°C a las 06:00 h, probabilidad del 30% de que temporalmente entre 03:00 h y las 09:00 h hubiese nubosidad abundante a 600 ft; evolución entre las 19:00 h y las 21:00 h del día 19/01, viento de dirección 320° y 9 kt de velocidad; probabilidad del 40% de que temporalmente entre las 19:00 y las 21:00 h del día 19/01 hubiera reducción de visibilidad a 1500 m por bancos de niebla, nubosidad abundante a 100 ft.

1.8. Ayudas para la navegación

No es de aplicación.

1.9. Comunicaciones

Se ha dispuesto de las comunicaciones mantenidas entre la aeronave y el centro de control de Gran Canaria, siendo las más significativas las siguientes:

A las 08:49:23 h la tripulación de la aeronave llamó al sector GCCCIGC, estando en ese momento saliendo del aeródromo de El Berriel, aunque la comunicación se cortó.

Alrededor de un minuto después, la aeronave llamó de nuevo al sector GCCCIGC. La comunicación se recibió entrecortada. El controlador respondió que no les había recibido, que respondieran en 7064 y les pidió que esperasen un poco.

El controlador les llamó poco después. La tripulación solicitó volar directo a punto W para proceder a Tenerife Norte y realizar una toma y despegue.

El controlador les informó de que no había tráfico notificado y les pidió información sobre la altitud a la que volarían, respondiendo que a 3000 ft.

A las 09:13:05 la aeronave llamó informando de que se encontraban sobre punto N en ascenso a 3000 ft.

A las 09:17:53 la tripulación llamó a GCCCIGC informando de que tenían baja presión de aceite y un fuerte olor a quemado. Que estaban procediendo a dar la vuelta para dirigirse a Gando, si era posible. En la misma comunicación informaron que estaba entrando humo en cabina, y declararon emergencia.

El controlador les respondió que copiado y que podían proceder como quisieran. Respondieron que intentarían llegar al campo.

Menos de dos minutos después llamaron para decir que tenían fallo completo de motor.

A las 09:22:35 h la tripulación notificó que iban a intentar amerizar al lado de La Playita.

Esa fue la última comunicación radio que mantuvo la tripulación con el centro de control.

1.10. Información de aeródromo

La carta de aproximación visual LE_AD_2_GCLP_VAC_2 contiene los procedimientos específicos de operación del aeródromo de El Berriel.

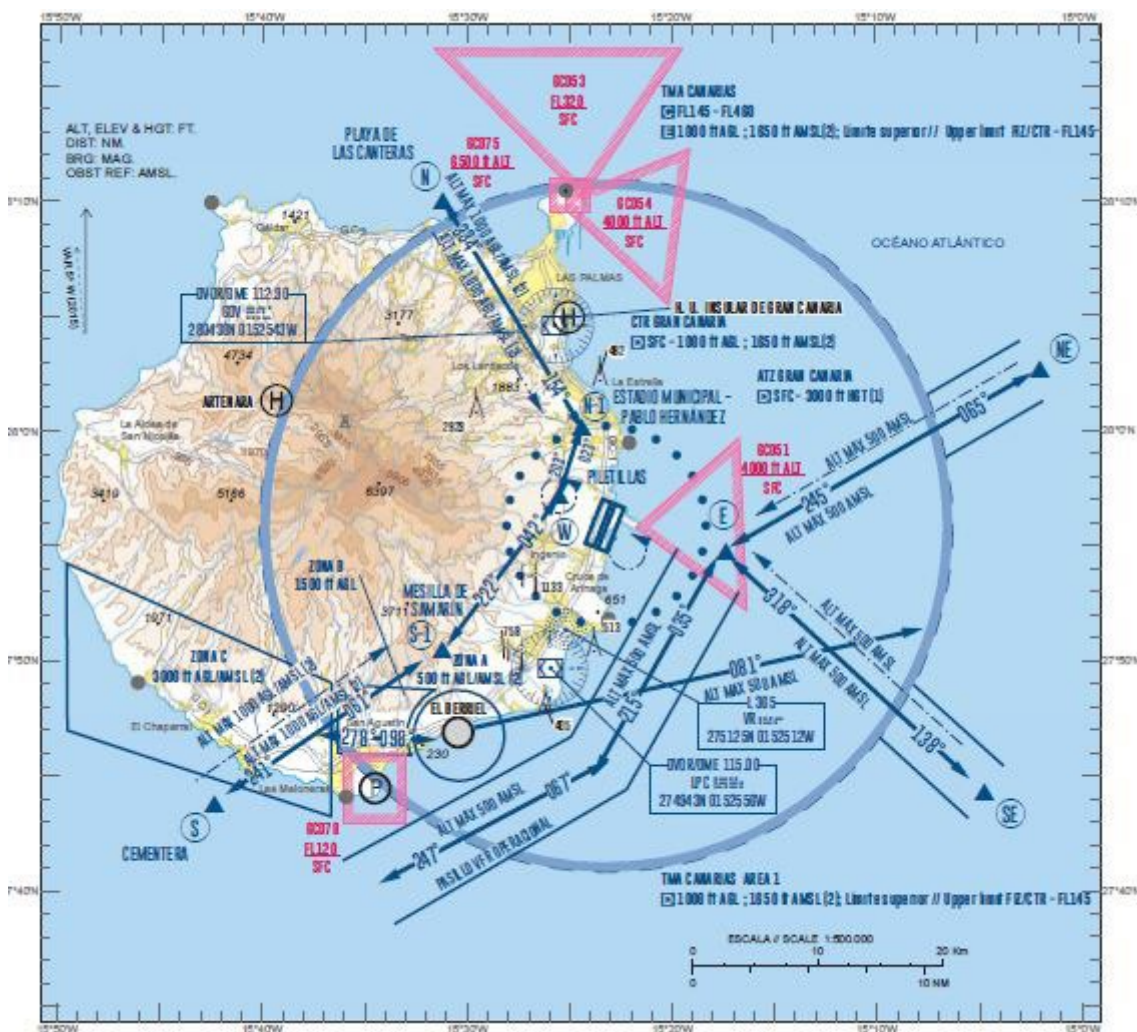


Figura 4. Recorte de la carta de aproximación visual LE_AD_2_GCLP_VAC_2

Los vuelos cuyo destino sea alguna de las islas occidentales tienen dos alternativas de salida, una por el oeste de Gran Canaria y la otra por el Norte.

VFR OESTE: aeronaves que vayan a realizar vuelos locales en la zona "C" y al oeste de Gran Canaria, así como vuelos con destino a otras islas occidentales: después del despegue, proceder con rumbo magnético 278° para abandonar la CTR por el punto S (Cementera), continuando el vuelo por la zona "C" o siguiendo el rumbo que corresponda según destino. Deberán solicitar permiso a GCLP APP antes de abandonar la zona "C" y solicitar información de tráfico.

VFR NORTE: aeronaves que vayan a realizar vuelos locales por el norte de Gran Canaria, así como vuelos con destino AD GCLP u otras islas occidentales por el Norte: Después del despegue, virar a la izquierda para incorporarse a la ruta S-N. Antes de abandonar las zonas "A" o "B", los pilotos deberán solicitar permiso a Gran Canaria APP. La altitud a mantener fuera de las zonas "A" y "B" es de 1000 ft AGL /AMSL (2), debiendo solicitar autorización a Gran Canaria APP si se desea una altitud superior.

El vuelo en el que ocurrió el suceso siguió la salida VFR Norte.

1.11. Registradores de vuelo

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

1.11.1. Traza radar

Se dispone de la traza radar de prácticamente la totalidad del vuelo.

A las 08:53:00 h la aeronave se encontraba al norte del aeródromo de El Berriel, a una altitud de 800 ft, volando en rumbo Norte.

Alrededor de dos minutos después la aeronave hizo un viraje suave a rumbo NNE para dirigirse al punto W del aeropuerto de Gran Canaria. Sobrevoló este punto a las 09:02:00 h a una altitud de 1800 ft. Poco después comenzó a descender. Alcanzó la costa a la altura de la localidad de Jinámar a las 09:06:30 h, volando a 1000 ft.

Continuó volando a 1000 ft paralelamente a la línea de costa en dirección Norte, hasta que alcanzó el Puerto de La Luz a las 09:10:30 h. Viró hacia el Oeste y atravesó el istmo de La Isleta.

Alrededor de las 09:11:30 h comenzó a ascender. La aeronave volaba con rumbo Oeste a unos cientos de metros mar adentro.

A la altura de la Punta del Camello, 09:14:40 h, volaba a 1800 ft.

A las 09:18:00 h, cuando la aeronave estaba alcanzando la Punta de Guanarteme, volando a 3100 ft, comenzó a hacer un viraje a la izquierda y puso rumbo Sur (en dirección a la costa).

Posteriormente viró a la izquierda para continuar volando paralelamente a la línea de costa. Durante este tramo la aeronave fue descendiendo de forma suave. A las 09:20:00 h volaba a 2200 ft.

Continuó descendiendo mientras volaba en rumbo Este. A las 09:21:30 h, estando a una altitud de 1300 ft, viró a rumbo Norte.

Realizó una órbita a izquierdas durante la que continuó perdiendo altitud. La velocidad² de la aeronave estuvo comprendida entre 70 y 60 kt. A las 09:23:00 h estando 200 ft de altitud, puso rumbo paralelo a la costa.

La velocidad de la aeronave en la última parte del vuelo fue de 50-60 kt.

El último blanco radar se registró a las 09:23:32 h.

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

La aeronave quedó semisumergida en el agua del mar frente a la playa de El Altillo.

Las olas y las corrientes fueron acercándola a la ribera, hasta que quedó a unos pocos metros de la orilla (ver figura 5). Este hecho posibilitó que fuese recuperada con una grúa.



Figura 5. Fotografía aérea de la aeronave en la zona en la que amerizó

² La velocidad que registra el sistema radar es respecto del suelo.

Tras extraerla del mar fue limpiada con agua dulce para tratar de eliminar la sal, y posteriormente fue trasladada por tierra hasta el aeródromo de El Berriel, para lo que fue preciso desmontar los semiplanos y el empenaje de cola.

1.13. Información médica y patológica

No es de aplicación.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Según declararon los dos ocupantes de la aeronave, ambos llevaban puestos chalecos salvavidas de inflado automático. Esta es una práctica estándar en la escuela, ya que casi en la totalidad de los vuelos se opera sobre el mar.

Asimismo, indicaron que el chaleco del piloto al mando se infló de forma automática antes de abandonar la aeronave, en tanto que el del pasajero no se infló de forma automática, ni tampoco lo hizo cuando actuó el inflado manual tirando de la manija.

Este hecho se pudo confirmar visualizando un video disponible en internet en el que se veía a los dos tripulantes poco tiempo después del amerizaje.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Inspección de la aeronave

Se realizó una inspección de la aeronave en el aeródromo de El Berriel, al que fue trasladada después del suceso, que se centró fundamentalmente en el motor.

En primer lugar, se realizó una comprobación visual del estado del exterior de la aeronave.

No se apreció ningún impacto, rotura o daño alguno en el revestimiento de la aeronave (ver figura 6). Tampoco se observó rastro alguno de aceite o de cualquier otro fluido sobre el revestimiento ni sobre el parabrisas.



Figura 6. Fotografías de la parte delantera de la aeronave

Se retiraron todos los capós del compartimento motor. El aspecto del motor, así como el de sus sistemas, parecía estar en condiciones de plena normalidad.

No había ningún rastro de aceite. Se revisó el sistema de lubricación: depósito, tuberías, radiador, filtro, etc., encontrando todo en condiciones normales. No había ninguna rotura, ni posible punto de fuga. Se comprobó el nivel de aceite en el depósito a través de la varilla, observando que no marcaba nada.

Se intentó girar la hélice, comprobando que solamente era posible girarla alrededor de 30°.

Se desmontó el tapón magnético, que tenía una cantidad considerable de limaduras metálicas.



Figura 7. Fotografías del compartimento motor: lateral izquierdo (fotografía izquierda) y lateral derecho (fotografía derecha)

Se retiraron las bujías. Todas ellas contenían partículas metálicas, mezcladas con sal. Aparte de ello, parecían estar en buenas condiciones.

Se desmontaron las tapas de balancines de los cuatro cilindros, saliendo de todas ellas bastante agua mezclada con aceite. No se observó nada anormal en ninguno de estos mecanismos, que aparentemente se encontraban bien lubricados.

Sistema de lubricación

- Se revisaron todas las tuberías, encontrándolas en un adecuado estado.
- Se comprobó el estado del radiador, que se encontraba en buenas condiciones y sin fugas.
- Se abrió el filtro de aceite, observando que tenía partículas magnéticas.
- Se abrió el depósito y se extrajo el líquido que contenía, que era una mezcla de aceite y agua de mar. Se dejó decantar para que se separasen, tras lo que se constató que el volumen de aceite era de aproximadamente un litro.
- Se desmontó la bomba de aceite, que se encontró en condiciones adecuadas.

Sistema de refrigeración

El nivel del líquido refrigerante estaba dentro de los márgenes de operación y su aspecto era normal.

No había ninguna fuga y todos sus componentes principales: radiador, vaso de expansión, botella de rebose, bomba de agua y tuberías se encontraban en condiciones adecuadas.

Caja reductora

Primeramente, se retiró la hélice y a continuación se desmontó la caja reductora. Su interior se encontraba en condiciones normales y estaba correctamente lubricado. Se comprobó que funcionaba correctamente.

Cilindros

Tanto las culatas como los cilindros se encontraban en condiciones normales, salvo por la presencia de residuos de sal.

Se retiró el pistón del cilindro nº 2, lo que permitió visualizar el interior del cárter, observándose que la biela del pistón nº 1 se había roto en su zona de unión al cigüeñal.

Cárter

Se desmontaron todos los pistones para separar los dos semicárteres, con objeto de poder acceder a su interior.

Se observó que había abundantes depósitos de sal procedente del agua de mar que penetró dentro del motor.

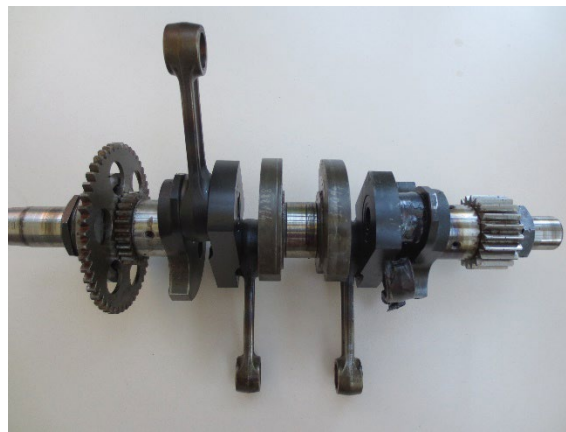
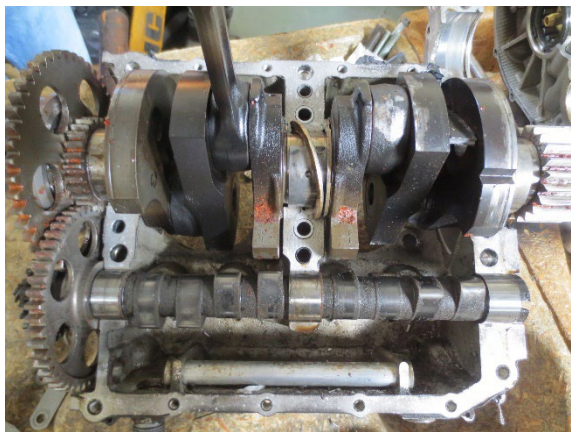


Figura 8. Fotografía del interior del cárter (izquierda) y del cigüeñal (derecha)

El cigüeñal y el árbol de levas se encontraban aparentemente completos y correctamente apoyados sobre sus cojinetes (ver figura 8 - izquierda).

El árbol de levas mostraba un estado y condiciones acordes con las horas de funcionamiento del motor. No se observaron signos de desgaste anómalo o de falta de lubricación.

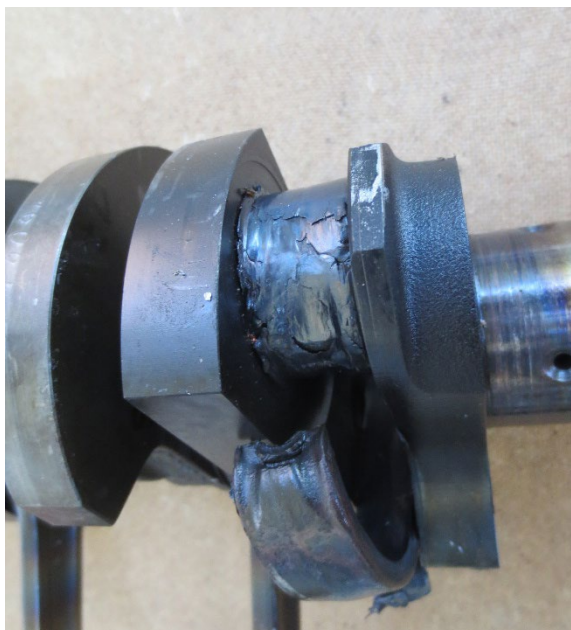


Figura 9. Fotografía de la muñequilla del cilindro nº1, con restos de la biela (izquierda) y del pistón nº1 con el otro fragmento de la biela (derecha)

La biela del pistón nº 1 estaba en dos fragmentos: uno permanecía unido al pistón mediante el bulón y el otro trozo estaba alojado en la muñequilla del cigüeñal. Resulta conveniente indicar que las bielas de este tipo de motores son de una sola pieza y se montan en el cigüeñal durante el proceso de ensamblaje de este último, que está conformado por una serie de elementos.

El fragmento de biela que permanecía sujeto a la muñequilla mostraba un gran estiramiento y deformación. De hecho, una parte de este fragmento se había salido de la muñequilla y había quedado entre el cigüeñal y el cárter, produciendo el bloqueo del primero.



Figura 10. Fotografía de los cojinetes del cigüeñal (izquierda apoyo delantero, centro apoyo central y derecha apoyo trasero)

Se apreció, asimismo, la presencia de restos de material fundido en la muñequilla.

Las otras tres bielas no tenían daños evidentes y podían moverse libremente alrededor de sus muñequillas, aunque ofrecían una resistencia significativa al ser giradas. No se apreció en ninguna de ellas coloración por alta temperatura. Estas condiciones serían consistentes con el inicio de una falta de lubricación en las muñequillas.

El cojinete del apoyo delantero del cigüeñal exhibía un gran desgaste. Parte del material se había fundido y se había introducido por los orificios de lubricación, donde se había solidificado, produciendo el cegado de tres de los cuatro orificios.

El cojinete del apoyo central mostraba también un fuerte desgaste, pero de menor intensidad que el del cojinete delantero. Al igual que ocurrió en el delantero, parte del material se había fundido y se había introducido por uno de los orificios de lubricación, quedando solidificado en su interior.

El cojinete del apoyo trasero exhibía pocos daños por fricción. En cambio, sí era apreciable la corrosión producida por el agua del mar. Los cuatro orificios de lubricación se encontraban totalmente despejados.

La comparación visual de los casquillos evidenciaba la gran diferencia de coloración existente entre los cojinetes delantero y central y el cojinete trasero.

Se comprobó que ninguno de los canales de lubricación del interior del cigüeñal se encontraba obstruido.

1.16.2. Inspección del chaleco

El piloto al mando llevaba puesto un chaleco Alpha 170, que había sido fabricado en 11/2016, y cuya vida útil es de diez años.

El pasajero equipaba un chaleco Imnasa 150N Auto, que requiere acciones de mantenimiento cada dos años. La siguiente revisión debía realizarse en mayo de 2021. Este fue el chaleco que no se infló.

Ambos chalecos cumplían la certificación ISO 12402-3 (chaleco salvavidas con nivel de rendimiento N150), de acuerdo al Reglamento (UE) 2016/425, relativo a los equipos de protección individual.

Este chaleco está equipado con un dispositivo inflador modelo MK5 fabricado por United Moulders LTD, que tiene dos modos de activación: automático y manual.

Dispone de dos indicadores, uno para cada modo de activación, que indican visualmente si el dispositivo se encuentra en condiciones operativas (verde) o si ya no lo está, por haber sido disparado (rojo).

Antes de iniciar cualquier vuelo, la tripulación ha de comprobar que ambos indicadores se encuentran en verde.

Tras el suceso se recuperaron los chalecos y se comprobó que el que equipaba el pasajero, que es el que no se había inflado, tenía los dos indicadores de activación en rojo. Esta circunstancia evidenciaría que había sido activado en ambos modos, automático y manual.

Se revisó el dispositivo inflador comprobándose que la pastilla de sal, que produce su activación automática, se había disuelto.

Se chequeó la conexión del dispositivo inflador con el chaleco, así como el propio chaleco sin que se observara ninguna anomalía.

Se desmontó el dispositivo y se constató que el cilindro de CO₂ que activa el inflado, se encontraba perforado.



Figura 11. Fotografía del chaleco Imnasa 150N Auto

Se sustituyó el dispositivo inflador por otro nuevo de la misma marca y modelo y se activó de forma manual, observando que el chaleco se inflaba con normalidad y se mantenía sin perder presión.

1.16.3. Declaración del piloto

Llegó al aeródromo de El Berriel alrededor de las 08:30 h, que era la hora a la que había acordado con la otra persona para hacer el vuelo.

Una vez en el aeródromo se dirigieron al avión. Drenaron los depósitos de combustible y realizaron la inspección prevuelo. Comprobaron tanto la cantidad de combustible como la de aceite, estando este último por encima del mínimo. Señaló que el aceite estaba bastante oscuro. Miró en el TLB y vio que al avión le quedaban cinco horas para entrar en revisión, lo que explicaría que el aceite estuviese oscuro.

El vuelo consistía en una navegación saliendo desde El Berriel y procediendo a Tenerife Norte para hacer una toma y despegue y continuar a La Gomera, y posteriormente proceder a regresar a El Berriel.

Como tardaron en activarles el plan de vuelo tuvieron que hacer un circuito en el Berriel tras lo cual les autorizaron a salir por S1 y seguir el pasillo visual hacia el Norte saliendo por punto W, N1 y N. Iban hacia el Oeste y su intención era mantenerse a 3000 o 3500 pies.

Indicó que la primera parte del vuelo se desarrolló de manera normal hasta que llegaron al norte de la isla donde comenzaron a oler a aceite quemado. Revisaron los parámetros del motor y vieron que la presión de aceite estaba al mínimo, aunque no recordaba la temperatura de aceite. En ese momento redujo un poco los gases y notificó en la frecuencia de control que tenían olor a quemado en la cabina. Mientras estaba notificando empezó a salir humo del salpicadero y sin cortar las comunicaciones dio el mayday, diciendo que iban dos personas a bordo. El otro ocupante, que conocía mejor la zona, se hizo cargo de las comunicaciones y notificó su posición exacta. Aproximadamente a los diez segundos se paró el motor. No recordaba el ajuste de potencia que llevaban en ese momento. Inicialmente notificaron que iban a aterrizar en un campo próximo a la costa, pero finalmente decidieron amerizar ya que estaban lejos y pensaron que no iban a poder llegar a dicho campo.

Él se dedicó a volar el avión y el compañero se encargó de la radio y de intentar arrancar el motor.

Puso velocidad de planeo (70 kt). A medida que iban acercándose al agua fue extendiendo los flaps hasta llegar a su extensión total (*full flap*). Evitó a unos surfistas que había en la zona y comenzó a levantar el morro del avión para tocar a la menor velocidad posible. Estimaba que llevarían unos 40 kt cuando tocaron el agua. El contacto con la superficie del mar fue suave y paralelo a las olas.

Durante el descenso cerraron el depósito de combustible y ambos se ajustaron los cinturones.

Tras el amerizaje abrieron la cabina y su compañero saltó al agua. Él se quedó en la cabina pensando que era más seguro. Observó que el chaleco salvavidas del compañero no se inflaba, por lo que le llamó y le pidió que se agarrara a la aeronave hasta que llegaran a socorrerlos. En cambio, su chaleco salvavidas se infló dentro de la cabina al entrar en contacto con el agua.

Añadió que antes de iniciar el vuelo revisaron los chalecos, encontrando que ambos estaban en condiciones correctas.

Poco a poco la corriente llevó la aeronave hasta la orilla, donde los surfistas les ayudaron a salir.

1.16.4. Declaración del pasajero

La información facilitada por el pasajero fue prácticamente coincidente con la proporcionada por el piloto, por lo que no se ha incluido.

Con respecto al chaleco salvavidas, indicó que habían revisado los dos chalecos antes de salir, no encontrando ninguna anomalía. Tras el amerizaje observó que no se había inflado de forma automática al entrar en contacto con el agua, por lo que decidió activarlo manualmente, pero que tampoco consiguió que se inflase de esta manera.

Como estaban a unos 50 m de la orilla decidieron nadar hacia la playa, pudiendo alcanzarla sin dificultad.

1.17. Información sobre organización y gestión

Se preguntó a varios instructores de la organización de formación que operaba la aeronave (Canavia) sobre la forma en que realizaban la comprobación del nivel de aceite en la aeronave del suceso.

Todos ellos indicaron que antes de comprobar el nivel, daban varios giros a la hélice para mover el aceite. Una vez hecha esta acción, verificaban el nivel de aceite mediante la varilla indicadora que hay en el depósito de aceite.

En el caso de que estuviera bajo el nivel, añadían aceite y lo anotaban en el TLB.

1.18. Información adicional

1.18.1. Casos similares

El 16 de septiembre de 2020, la aeronave DIAMOND DA-20-A1, matrícula EC-IIS, que es del mismo tipo que la aeronave objeto del presente informe, tuvo una parada de motor durante la aproximación a la pista 25 del aeropuerto de Reus (referencia CIAIAC A-039/2020). Esta aeronave equipaba un motor del mismo tipo, Rotax 912S3, que la del suceso analizado en este informe, que tenía 1169 h de funcionamiento.

Se trataba, como en el presente caso, de una aeronave de escuela.

La aeronave no alcanzó la pista del aeropuerto, y acabó aterrizando en una zona previa a esta, sufriendo daños importantes durante la toma.

Durante la investigación de campo se observó que solo era posible girar la hélice dentro de un sector de unos 60°. Se revisó el nivel de aceite a través de la indicación de la varilla, comprobándose que esta no tenía ningún rastro de aceite.

Se extrajo todo el aceite contenido en el circuito de lubricación del motor, recogándose una cantidad aproximada de un litro.

Se desmontó el motor, encontrando lo siguiente:

- La biela del pistón nº 1 estaba rota por la cabeza, con signos de deformación elástica por sobretemperatura.
- La biela del pistón nº 2 se encontraba de una pieza, con signos de sobrecalentamiento en el pie.
- La biela del pistón nº 3 no tenía daños aparentes, ni indicios de sobretemperatura.
- La biela del pistón nº 4 estaba rota por la cabeza.

Los registros contenidos en el TLB de la aeronave reflejan que, durante las últimas 41 horas de vuelo, se había rellenado varias veces el circuito de lubricación del motor. En total, se añadió un volumen de aceite de 2,15 l.

El consumo medio de aceite durante este tiempo resultó ser de 0,053 l/h.

1.18.2. Mareas

El día del suceso hubo cuatro mareas: dos bajamares y dos pleamares, a las horas y con las alturas reflejadas en la siguiente tabla:

	Hora	Altura (m)
Bajamar	02:08	-0,6
Pleamar	08:45	0,6
Bajamar	15:06	-0,7
Pleamar	21:25	0,5

El amanecer se produjo a las 07:54 h.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la operación

Ambos ocupantes de la aeronave tenían licencia PPL y se encontraban realizando horas de vuelo para alcanzar la experiencia necesaria para la obtención de la licencia de piloto comercial (CPL) y la parte teórica de la licencia de transporte de líneas aéreas (ATPL).

Planificaron la realización de un vuelo triangular entre El Berriel, Tenerife Norte y La Gomera. A través de la traza radar se constató que siguieron todo lo planificado durante la parte del vuelo que se desarrolló con normalidad, es decir, hasta que decidieron retornar a causa del olor a quemado. Además, se comprobó que, tanto las condiciones meteorológicas previstas, como las existentes, no eran limitativas para este tipo de vuelos.

Una vez que sobrevolaron la isla de Gran Canaria y pusieron rumbo a Tenerife, notaron un fuerte olor a aceite quemado. En ese momento decidieron volver al aeródromo de partida, pero poco tiempo después el motor se paró completamente. Decidieron repartirse las tareas, el piloto se quedó a los mandos, dedicándose a volar la aeronave con seguridad, mientras que el pasajero llevaba las comunicaciones y se dedicaba a combatir la emergencia e intentar poner el motor en marcha de nuevo. Esta decisión parece la más acertada, puesto que el piloto se dedicó a volar el avión y pudo centrarse única y exclusivamente en hacerlo con seguridad, mientras que el otro notificaba la emergencia, daba su posición e intentaba realizar procedimientos que le indicaba el primero.

En un principio el piloto eligió un campo que se hallaba cerca de la costa, pero se dio cuenta de que en planeo no llegaría hasta allí y consideró que la mejor opción era amerizar. Se considera también acertada esta decisión.

El piloto durante el amerizaje redujo la velocidad, extendió los flaps al máximo y tomó en paralelo a las olas, con lo que se ajustó a los manuales de vuelo en cuanto a la maniobra de amerizaje. Mientras, el pasajero aseguraba la cabina, abriéndola después para poder salir inmediatamente en caso de necesidad.

La velocidad de la aeronave durante la aproximación al agua se ajustó a la indicada en el *Manual de la aeronave* para la maniobra que estaban realizando.

El amerizaje se produjo unos 38 minutos después de la pleamar. Debido a esta circunstancia, las rocas que había en la zona en la que se produjo el amerizaje se encontraban cubiertas de agua, posibilitando que la parte inferior de la aeronave no chocase contra ninguna de ellas.

Se considera que la operación ante la emergencia fue correcta en todo momento.

2.2. Análisis del fallo del motor

En la inspección del motor se vio que la biela del pistón nº 1 se había roto en la zona de unión de la cabeza con el cuerpo, quedando separada en dos partes que quedaron unidas, una al cigüeñal, y la otra al pistón (ver figura 9).

El fragmento de biela que quedó unido al pistón, que abarcaba el pie y el cuerpo de la misma, no exhibía ninguna deformación apreciable, salvo en la zona de fractura, en la que se apreciaba deformación plástica.

La que quedó unida al cigüeñal se correspondía con la cabeza de la biela, y mostraba un estiramiento y deformación plástica elevados, que son característicos de un proceso de fluencia en condiciones de temperatura elevada.

La biela se calentó, pero de forma paulatina, ya que de haberlo hecho rápidamente se habría gripado y la rotura había tenido un carácter frágil, no dúctil, como fue en este caso. Para que este fenómeno haya ocurrido, ha sido preciso que la biela haya estado lubricada, aunque de forma limitada. La cantidad de aceite que lubricó la biela fue suficiente para impedir que se gripase, pero insuficiente para evitar su calentamiento gradual.

De esta manera, la biela fue incrementando su temperatura hasta que alcanzó unas condiciones de temperatura y carga (punto de fluencia), a partir de la cual comenzó a deformarse plásticamente. Esta condición afectó a la zona de la cabeza de la biela, pero no, al menos de forma apreciable, a su pie.

El resto de bielas no mostraba ningún signo de deformación, aunque todas ellas tenían cierto agarrotamiento en la zona de la cabeza, lo que sería indicativo de falta de lubricación.

Por lo tanto, parece que estas condiciones se corresponden con un escenario de déficit de lubricación en las muñequillas del cigüeñal.

Esta condición se ve refrendada al examinar el estado de los cojinetes de apoyo del cigüeñal. Todos ellos muestran daños y evidencias de haber alcanzado altas temperaturas, compatibles con una falta de lubricación.

El resto del motor no exhibía daños evidentes producidos por falta de lubricación. Por lo tanto, puede afirmarse que la reducción del flujo de aceite solamente fue notoria en la zona del cigüeñal.

Como en el examen de motor se comprobó que no había ninguna obstrucción en los conductos del sistema de lubricación que llevan el lubricante hasta las zonas dañadas, se descarta un posible atoramiento como causa del déficit de lubricante.

Asimismo, el examen de los casquillos permite apreciar la existencia de cierta gradación en la intensidad de los daños que presentan, que va desde el trasero, que es el menos dañado, hasta el delantero que es el más deteriorado.

Al observar el sistema de lubricación del motor, se aprecia que el flujo del aceite se canaliza en primer término hacia la cabeza de los cilindros, seguidamente al árbol de levas, y finalmente llega al cigüeñal, empezando por su parte posterior. Es decir, el aceite llega primero al apoyo trasero y zona de la cabeza de biela nº 4, luego al apoyo central y cabezas de biela nº 2 y 3, y en último lugar al apoyo delantero y cabeza de biela nº 1.

A la vista de lo anterior, parece que existe cierta correlación entre la ubicación de las zonas dañadas y el flujo del lubricante, de forma que, cuanto más aguas abajo se encuentre una zona, más intensos son los daños que tiene.

Este hecho sería consistente con una disminución del flujo de aceite a lo largo del circuito de lubricación. Cuanto más alejado se encuentre un punto de lubricación, menos aceite le llegará.

Esto pudo haberse debido a un bajo nivel de aceite en el sistema. En esta situación las zonas que se verían afectadas por la escasez de lubricante serían las que estuvieran más alejadas en el circuito, que en este caso coinciden con las más dañadas.

La cantidad de aceite que contenía el sistema de lubricación del motor era de aproximadamente un litro, aunque mezclado con una cantidad mayor de agua del mar. Este volumen de aceite es mucho menor que el que contiene el sistema cuando el nivel está en el mínimo.

El suceso expuesto en el punto 1.18.1 tiene bastantes puntos en común con el analizado en el presente informe. Los daños son similares y afectan a las mismas zonas. En este caso, en el que no existen dudas acerca de la cantidad de aceite que contenía el sistema, se confirmó que este contenía poco más de un litro de aceite.

Parece razonable pensar que las condiciones en las que se produjo el fallo del motor objeto de este informe, serían bastante similares a las del caso expuesto en 1.18.1, es decir, un bajo nivel de aceite.

Por lo tanto, se considera que probablemente el fallo del motor se debió a una falta de lubricación en el cigüeñal, que afectó principalmente a la cabeza de la biela del cilindro nº1 y a los cojinetes delantero y central del cigüeñal.

2.3. Análisis de las anotaciones en el TLB

Según se refleja en el TLB, no se realizó ningún rellenado del sistema de lubricación del motor tras el cambio de aceite realizado el 15/10/2019.

Aunque estos motores se caracterizan por un bajo consumo de aceite durante su operación, que el fabricante cuantifica en un máximo de 0,06 l/h, es esperable que un motor que se encuentra al final de su vida útil, como era el de este caso, consuma algo más debido a los desgastes propios del funcionamiento.

En el cuadro siguiente se refleja la cantidad de aceite que habría consumido el motor durante estos vuelos, en base a diferentes consumos horarios, que van desde el máximo que prevé el fabricante, que es de 0,06 l/h, hasta 0,01 l/h.

Consumo horario (l/h)	0,06	0,03	0,02	0,01
Consumo total (l)	2,70	1,35	0,90	0,45

En la peor de las estimaciones (consumo máximo) se habría consumido una cantidad de aceite de 2,70 l, que es prácticamente equivalente a la capacidad del circuito.

En la estimación de consumo menor, la cantidad de aceite gastado sería de 0,45 l, que es equivalente al volumen de aceite que hay entre el nivel máximo y el mínimo.

Por lo tanto, salvo que el motor no consumiera prácticamente nada de aceite, sería esperable que se hubiese realizado alguna reposición de aceite.

Por otra parte, al examinar las hojas del TLB, se aprecia que hay anotaciones que no son del todo coherentes, ya que reflejan unas variaciones en el nivel de aceite que no parecen lógicas.

En este sentido, en las tres primeras hojas se indica que el nivel de aceite es $\frac{3}{4}$. Pero, sin que haya anotada ninguna adicción de aceite, en la cuarta hoja se produce un cambio en el nivel, que pasa a ser el máximo. Este nivel se mantiene en las tres siguientes hojas, y en la octava vuelve a bajar a $\frac{3}{4}$, para volver a subir a lleno, etc.

Llega, incluso, a haber una anotación de una lectura de $\frac{1}{2}$, entre dos lecturas de lleno.

El nivel de aceite no puede fluctuar de la forma en que parece que lo hizo, a la vista de las anotaciones en el TLB. Esta disparidad puede deberse a varias causas: que se haya realizado la comprobación del nivel de aceite utilizando prácticas diferentes, o bien a errores en la apreciación del nivel.

Aunque todos los instructores de la ATO preguntados sobre la forma en que realizaban la comprobación del nivel de aceite indicaron que lo hacían siguiendo las instrucciones de Rotax, y que ese procedimiento era el que transmitían a los alumnos, cabe la posibilidad de que no se haya aplicado siempre, o que se haya ejecutado de forma incompleta o incorrecta.

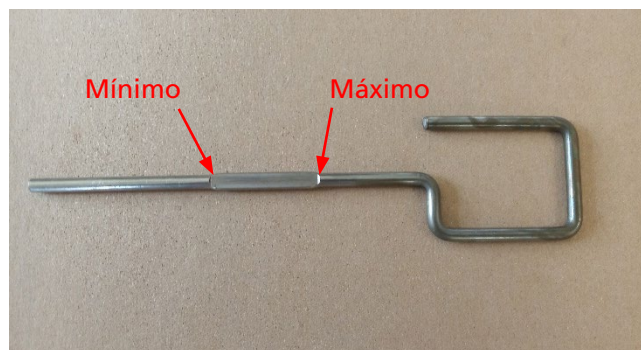


Figura 12. Varilla indicadora del nivel de aceite

También cabe la posibilidad de que haya habido errores en la visualización del nivel de aceite en la varilla. No es extraño que pueda identificarse como nivel de aceite, cualquier rastro de este que haya en la varilla, que puede haber sido generado por salpicaduras o por roce con las paredes del depósito al sacar la varilla.

Sea cual sea la causa, de lo que parece que no hay duda es de que las comprobaciones del nivel de aceite que se realizaron en esta aeronave, al menos desde el último cambio de aceite, no fueron correctas. La consecuencia de ello fue que no se advirtió el descenso del nivel de aceite, posibilitando que el volumen de este descendiera hasta un punto en el que ya era insuficiente para lubricar todas las partes del motor.

A fin de evitar que situaciones como la descrita, que suponen un riesgo para la seguridad de las operaciones, puedan reproducirse en el futuro, se emite una recomendación de seguridad dirigida a la ATO que operaba la aeronave, a fin de que revise y, en su caso, modifique sus procedimientos operacionales, para garantizar que los chequeos de nivel de aceite en las aeronaves que equipen este tipo de motor, reúnen las condiciones de homogeneidad y fiabilidad que garanticen la corrección de las lecturas.

2.4. Consumo de aceite del motor

La documentación de mantenimiento refleja que el motor había sido mantenido de acuerdo a las instrucciones e intervalos establecidos por el fabricante.

El aceite se había cambiado en la revisión efectuada el 15/10/2019. Desde entonces el avión había realizado varios vuelos, que totalizaron algo menos de 45 h.

Según se refleja en el TLB, no se realizó ningún rellenado del sistema de lubricación del motor tras el cambio de aceite realizado el 15/10/2019.

Considerando que la cantidad de aceite que se extrajo del motor, aproximadamente un litro, era la que había en el sistema en el momento de producirse el fallo del motor; y considerando asimismo que cuando se cambió el lubricante se rellenó el sistema con tres litros (nivel máximo), resultaría que el volumen de aceite que se habría consumido

durante las 45 h que voló la aeronave después, sería de dos litros, lo que supone un consumo horario de 0,044 l/h.

En el punto 1.18.1 se ha incluido información de un suceso de una aeronave del mismo tipo y motorización que la del presente accidente, que además estaba dedicada al mismo tipo de operación (escuela). Dadas las similitudes entre las dos aeronaves, es esperable que no hubiera grandes diferencias en el consumo de aceite entre ambos motores.

El consumo horario de aceite en este caso resultó ser de 0,053 l/h.

A la vista de los datos anteriores cabe concluir que la hipótesis más verosímil es que el fallo del motor se produjo como consecuencia de un déficit de lubricación, que afectó principalmente a la zona de la cabeza de la biela del cilindro nº 1, que fue causado por la reducida cantidad de aceite presente en el sistema de lubricación.

2.5. Análisis del procedimiento de comprobación del nivel de aceite

Según se ha reflejado en el punto 1.6, las instrucciones sobre la forma de realizar el chequeo del nivel de aceite indicadas en el *Manual de vuelo de la aeronave*, difieren de las indicadas por el fabricante del motor en el *Manual de operación del motor*.

El *Manual de la aeronave* se limita a indicar que se revise el nivel visualizando la marca en la varilla del depósito, pero no da ninguna información adicional sobre la forma de hacerlo. En cambio, el *Manual de operación del motor* describe un procedimiento, que consta de varias acciones previas a la comprobación, tales como el giro a mano de la hélice.

Es posible que, si no se sigue el procedimiento indicado por Rotax, la indicación del nivel de aceite visible en la varilla del depósito sea errónea, ya que no se ha hecho la medición en las condiciones establecidas.

Los pilotos están obligados a conocer y aplicar los procedimientos contenidos en el *Manual de vuelo de la aeronave*. Pero no ocurre de igual forma con los procedimientos de los fabricantes de componentes de la aeronave, como puede ser el motor, cuya existencia puede ser incluso desconocida para un piloto. En estas condiciones, es perfectamente factible que un piloto se limite a comprobar el nivel de aceite únicamente mediante la visualización de la marca en la varilla.

A la vista de la importancia que tiene la correcta comprobación del nivel de aceite, parece lógico que el procedimiento contenido en el *Manual de vuelo de la aeronave* no difiera del recomendado por el fabricante del motor.

Por este motivo, con este informe se emite una recomendación de seguridad dirigida a Diamond Aircraft para que revise el *Manual de vuelo de la aeronave*, a fin de que el procedimiento de comprobación del nivel de aceite del motor contenga la totalidad de las acciones recomendadas por su fabricante, Rotax.

2.6. Funcionamiento de los chalecos salvavidas

Según informaron los ocupantes de la aeronave, antes de iniciar el vuelo revisaron el estado de los chalecos salvavidas, no observando nada anormal.

Confirmaron que comprobaron que los dos indicadores del inflador automático del chaleco que no se infló, Imnasa 150N Auto, estaban en verde, lo que indica que el dispositivo inflador no había sido disparado.

En la inspección realizada después del accidente se comprobó que ambos indicadores estaban en rojo, lo que evidencia que habían sido activados ambos modos, automático y manual, lo que estaría en plena consonancia con lo indicado por los ocupantes.

Tras revisar exhaustivamente, tanto el chaleco como el dispositivo inflador, no se detectó ninguna deficiencia que pudiera haber sido la causa de que el chaleco no se inflase.

Se sustituyó el dispositivo inflador por uno nuevo de la misma marca y modelo y se procedió a activarlo de forma manual. El chaleco se infló con normalidad, comprobándose que se mantenía inflado, sin pérdidas aparentes.

De este hecho se desprende que el chaleco no presentaba ninguna anomalía, por lo que se descarta como elemento contribuyente.

Por lo tanto, solo queda el dispositivo inflador y su conexión con el chaleco como posibles elementos causales.

Cuando se activa el dispositivo inflador, ya sea en modo automático o en manual, se pone en movimiento un mecanismo que perfora un cilindro que contiene CO₂ a presión. La perforación permite que el gas salga del cilindro y entre en el chaleco a través de la conexión existente entre ambos, produciendo su inflado.

En este caso se comprobó que el cilindro estaba perforado, lo que es plenamente coherente con el color rojo de los indicadores de los modos de activación.

La otra posibilidad es que fallara la conexión entre el dispositivo inflador y el chaleco. Aunque se revisó dicha conexión sin encontrar nada anómalo, cabe la posibilidad de que hubiera algún problema que no hubiera sido detectado en el examen de este elemento.

En el supuesto de que hubiera fallado la conexión, el gas habría salido del cilindro y se habría fugado por algún punto de la conexión. Parece lógico pensar que, de haber ocurrido esta situación, la persona que llevaba puesto el chaleco habría percibido la salida del gas. Aunque, teniendo en cuenta los nervios propios de la situación, el hecho de estar parcialmente sumergido, el oleaje y el ruido del mar, también cabe la posibilidad de que le pasara desapercibido.

Por otra parte, y aunque es bastante improbable, existe la posibilidad de que el cilindro de CO₂ ya estuviese perforado. No es descartable que, en algún momento anterior, como pudo ser, por ejemplo, durante su montaje en el dispositivo, se hubiese producido de forma accidental alguna picadura en el sello del cilindro.

Un poro de muy pequeñas dimensiones podría haber pasado desapercibido, ya que el gas se liberaría de forma muy lenta, pero constante, de manera que el cilindro se vaciaría completamente con el paso del tiempo. En este supuesto, al no haber sido activado el mecanismo disparador, los indicadores estarían en verde.

Las evidencias obtenidas durante la investigación no han ofrecido suficiente información para poder determinar fehacientemente cuál de las dos hipótesis contempladas pudo ser la causa del fallo del chaleco.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

A. En relación con la operación

- El chaleco salvavidas del pasajero no se infló

B. En relación con la aeronave

- El TLB no tenía anotado ningún rellenado de aceite del motor.
- Se registraron anotaciones de nivel de aceite entre ½ y lleno.
- El procedimiento de chequeo del nivel de aceite contenido en el *Manual de la aeronave* difiere del recomendado por el fabricante del motor.
- No se encontró rastro alguno de aceite o de cualquier otro fluido sobre el revestimiento ni sobre el parabrisas.
- No se encontró ninguna rotura o posible punto de fuga en el sistema de lubricación del motor.
- La biela del pistón nº 1 estaba rota en su zona de unión al cigüeñal y mostraba un estiramiento y deformación plástica elevados.
- El sistema de lubricación del motor contenía alrededor de un litro de aceite mezclado con agua del mar.
- El chaleco Imnasa 150N Auto tenía los dos indicadores de activación, manual y automático, en rojo.
- El cilindro de CO₂ del dispositivo inflador del chaleco Imnasa 150N Auto había sido perforado por el mecanismo de activación.
- Se instaló un dispositivo inflador nuevo en el chaleco Imnasa 150N Auto, comprobando que se inflaba correctamente.
- Las cabezas de las bielas de los pistones 2, 3 y 4 ofrecían una resistencia significativa al ser giradas.
- Los cojinetes delantero y central del cigüeñal exhibían un gran desgaste y evidencias de haber estado sometidos a altas temperaturas.
- El cojinete trasero del cigüeñal exhibía pocos daños por fricción.
- Se comprobó que los canales de lubricación del interior del cigüeñal estaban libres.
- No se encontró ninguna anomalía en el sistema de lubricación.
- Salvo la zona del cigüeñal, el resto del motor parecía estar bien lubricado.

3.2. Causas/factores contribuyentes

Se considera que la causa del accidente fue la realización de un amerizaje forzoso, motivado por la parada del motor durante el vuelo, que fue ocasionada por la rotura de la biela del cilindro nº 1, debido a una deficiente lubricación.

La investigación he determinado que fue factor contribuyente el siguiente:

- El deficiente procedimiento de verificación del nivel de aceite utilizado por el personal de la ATO que operaba la aeronave.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

En este accidente se produjo la parada del motor en vuelo debido a que el sistema de lubricación del motor contenía una cantidad inferior a la mínima. Esta condición no fue detectada durante las comprobaciones del nivel de aceite realizadas en las inspecciones prevuelo, debido a la deficiente forma de realizar esta comprobación.

Por este motivo, se emite la siguiente recomendación de seguridad.

REC. 28/21. Se recomienda a Canavia Líneas Aéreas SLU, que revise y, en su caso, modifique sus procedimientos operacionales, a fin de garantizar que los chequeos de nivel de aceite en las aeronaves que equipen motores Rotax 912, reúnen las condiciones de homogeneidad y fiabilidad que garanticen la corrección de las lecturas.

En el marco de la investigación de este evento se ha constatado que el procedimiento de chequeo del nivel de aceite del motor, contenido en el *Manual de la aeronave*, no facilita ninguna instrucción sobre la forma de realizar esta comprobación, mientras que el recomendado por el fabricante del motor describe un procedimiento, que consta de varias acciones previas a la comprobación.

A la vista de la importancia que tiene la correcta comprobación del nivel de aceite, parece lógico que el procedimiento contenido en el *Manual de vuelo de la aeronave* no difiera del recomendado por el fabricante del motor.

Por este motivo, se emite la siguiente recomendación de seguridad.

REC 29/21. Se recomienda al fabricante de la aeronave, Diamond Aircraft, que revise el *Manual de vuelo de la aeronave*, a fin de que el procedimiento de comprobación del nivel de aceite del motor contenga la totalidad de las acciones recomendadas por su fabricante, BRP-Rotax GmbH & Co KG.