CIAIAC

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

Informe técnico A-022/2018

Accidente ocurrido el día
12 de junio de 2018
a la aeronave Air Tractor AT-802,
con matrícula EC-GVN, operada
por Martínez Ridao Aviación S.L,
en la Cala Solleric, municipio de
Pollença-Mallorca

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: 796-20-153-2

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63 E-mail: ciaiac@mitma.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.ciaiac.es 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. 5
1. INFORMACIÓN FACTUAL 7
1.1. Antecedentes del vuelo 7
1.2. Lesiones personales 8
1.3. Daños a la aeronave 9
1.4. Otros daños 9
1.5. Información sobre el personal 9
1.6. Información sobre la aeronave 10
1.7. Información meteorológica 10
1.8. Ayudas para la navegación 11
1.9. Comunicaciones 11
1.10. Información de aeródromo 11
1.11. Registradores de vuelo 11
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto 11
1.13. Información médica y patológica 14
1.14. Incendio 14
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 14
1.16. Ensayos e investigaciones 16
1.17. Información sobre la organización y gestión 25
1.18. Información adicional 25
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 25
2. ANÁLISIS 26
2.1. Aspectos generales 26
2.2. Análisis de los restos de la aeronave 27
2.3. Condiciones de funcionamiento del grupo moto-propulsor 27
2.4. Análisis de la trayectoria y maniobras de la aeronave según los registros GPS 28
2.5. Interpretación de los últimos minutos de vuelo 32
2.6. Valoración de los instantes previos al impacto de la aeronave 33
3. CONCLUSIONES 35
3.1. Constataciones 35
3.2. Causas/factores contribuyentes 36
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 37

Abreviaturas

°	Grados sexagesimales
°C	Grados centígrados
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AT	Air Tractor
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
E	Este
FCU	Unidad de control de combustible
FDV	Válvula divisora de flujo y purgado
ft	Pie
ft/min	Pie por minuto
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IBANAT	Institut Balear de la Natura
IR(A)	Habilitación de vuelo instrumental de avión
kg	Kilógramo
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro(s) por hora
kt	Nudo
LCI	Lucha contra incendios
LESB	Indicador de lugar OACI del aeródromo de Mallorca/Son Bonet
m	Metro(s)
MEP (land)	Habilitación de avión multimotor de pistón
MHz	Megahercio
min	Minuto
N	Norte
O	Oeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
P3	Presión de aire a la salida de la generadora de gas
PPL(A)	Licencia de piloto privado de avión
S.L.	Sociedad Limitada
SAR	Búsqueda y Salvamento
SEP (land)	Habilitación de avión monomotor de pistón
TCDS	Hoja de datos del certificado de tipo
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual

Sinopsis

Propietario:	Martínez Ridao Aviación, S.L.
Operador:	Martínez Ridao Aviación, S.L.
Aeronave:	Air Tractor AT-802
Personas a bordo:	1 tripulante
Tipo de vuelo:	Trabajos aéreos Comercial - Observación aérea
Fase de vuelo:	En ruta - Crucero
Tipo de operación:	VFR
Fecha y hora del accidente:	12 de junio 2018, 18:04 horas[1]
Lugar del accidente:	2000 m mar adentro desde la Cala Solleric, Municipio de Pollença - Mallorca
Fecha de aprobación:	3 de junio de 2020

Resumen del suceso

La aeronave EC-GVN tenía su base en el aeródromo de Son Bonet (Mallorca) y formaba parte de los medios aéreos para la lucha contra los incendios forestales. El día 12 de junio de 2018 realizaba un vuelo de vigilancia planificado por los técnicos de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears. En concreto, por la ruta que transcurre por la sierra de Tramuntana, al norte de la isla de Mallorca.

Despegó a las 17:20 horas del aeródromo de Son Bonet y cuando llevaba aproximadamente 44 minutos de vuelo, la aeronave se precipitó contra la superficie del mar. A consecuencia del impacto el piloto falleció y la aeronave quedó destruida. Los restos fueron localizados tres días más tarde a 60 m de profundidad.

Durante el vuelo no hubo comunicación sobre ningún tipo de emergencia en la aeronave o por observación de humo o fuego. Tampoco las evidencias advierten de problemas técnicos, meteorológicos o de cualquier otro aspecto que se hubieran presentado antes o durante el vuelo.

[1] La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local (UTC+2)

De entre los restos de la aeronave se recuperó un dispositivo GPS que permitió conocer la trayectoria del vuelo hasta instantes antes de impactar contra el agua. En base a los registros obtenidos, el informe se ha centrado en analizar el tramo de vuelo que transcurrió desde el cabo Formentor hasta el final y que estudia un recorrido de 23,5 km, el cual destaca por las diferencias que presenta respecto a vuelos anteriores sobre la zona.

En concreto, se ha llevado a cabo un estudio sobre las actuaciones de la aeronave durante la maniobra previa al momento del accidente y cuyas conclusiones se recogen en el mismo.

Ante la falta de evidencias concretas respecto a los segundos finales del vuelo, la investigación ha planteado un escenario ajustado a las evidencias encontradas en los restos recuperados y al entorno sobre el que la aeronave volaba.

El informe señala que el accidente responde a las características de un vuelo controlado contra el agua precedido de un brusco descenso y cuya causa no ha podido determinarse.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El martes 12 de junio de 2018, a las 18:04 horas, la aeronave Air Tractor AT-802, matrícula EC-GVN, operada por Martínez Ridao Aviación, S.L., se precipitó al mar al noroeste del municipio de Pollença (Mallorca) cuando realizaba un vuelo de observación y vigilancia de lucha contra incendios (LCI) para el Institut Balear de la Natura (IBANAT). La aeronave llevaba 44 minutos de vuelo tras despegar del aeródromo de Son Bonet, situado en la misma isla de Mallorca. El vuelo seguía las reglas de vuelo visual (VFR). El piloto, único ocupante de la aeronave, falleció en el suceso.

La aeronave EC-GVN tenía su base en el aeródromo de Son Bonet (Mallorca) y formaba parte de los medios aéreos para la lucha contra los incendios forestales. El día del suceso tenía programado un vuelo de vigilancia según la planificación de los técnicos de la Concellaria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears. En concreto, por la Ruta[2]3, que transcurre por la sierra de Tramuntana al norte de la isla de Mallorca.

El día 2 de junio de 2018, 10 días antes, el piloto había iniciado el periodo de vuelos correspondientes a la temporada de verano de 2018 en la base de extinción de Son Bonet. De esta forma, iniciaba la quinta temporada de verano como piloto con base en la isla de Mallorca.

La actividad desarrollada en los días previos al día 12 de junio fue reducida. El día del suceso, inició el servicio en torno a las 10:00 horas, comenzando con la revisión pre-vuelo de la aeronave. El resto del día transcurrió sin incidencias a las que atender.

A la hora programada del día 12 y tras las últimas comprobaciones previas al vuelo, la aeronave despegó a las 17:20 horas hacia el oeste de la isla. Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo, con apenas nubosidad y sin actividad convectiva.

En el transcurso del vuelo, la única comunicación mantenida por la aeronave EC-GVN a través de la frecuencia aeronáutica fue en respuesta a la llamada de la aeronave de coordinación de medios aéreos que chequeaba las comunicaciones y posición de la aeronave, al tiempo que también volaba en misión de observación, con el técnico forestal en servicio ese día a bordo. A este respecto, la comunicación se produjo sin problemas cuando la aeronave EC-GVN volaba sobre la localidad de Valldemossa y, del contenido de la misma, no se advirtió ninguna situación anormal en el vuelo.

[2] Término utilizado para designar distintas zonas de observación y vigilancia de la isla de Mallorca.

A las 19:37 horas, en la base de extinción de incendios se advirtió que se sobrepasaba en más de una hora la prevista para el aterrizaje[3], sin haber recibido comunicación de la aeronave. El técnico de gestión de los servicios de extinción de incendios activó el protocolo de emergencias de la comunidad autónoma.

Las primeras labores de búsqueda se centraron en las últimas posiciones de la aeronave que marcaba el registro de datos del sistema de gestión de flota, ya que no se recibió señal de la baliza de emergencia a bordo de la aeronave en ninguna de las dos frecuencias, 121.5 y 406.0 MHz.

Al dispositivo de búsqueda se unieron dos buques de la Armada española, los cuales localizaron el día 15 de junio los restos de la aeronave en el fondo del mar, a unos 60 metros de profundidad y a unos 2140 m mar adentro del punto de la costa más cercano.

El vuelo tuvo una duración de 44 minutos y su recorrido fue de 150 km. En la Figura 1 se representa la trayectoria del vuelo de la aeronave

Figura 1: Trayectoria completa de la aeronave

El día 17 se realizó la recuperación del piloto fallecido y de los restos de la aeronave.

1.2. Lesiones personales

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

[3] Los vuelos por la ruta del accidente tienen una duración aproximada de 55 minutos, cuando no es necesario intervenir por otra circunstancia sobrevenida.

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó destruida en el impacto contra el agua.

1.4. Otros daños

No se produjeron.

1.5. Información sobre el personal

Piloto de la aeronave

El piloto, de nacionalidad española y 46 años de edad, contaba con dos licencias de piloto, una como privado de avión PPL(A), expedida el 23 de febrero de 1996, y otra como piloto comercial de avión CPL(A), expedida el 30 de septiembre de 1999, ambas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Las habilitaciones incluidas eran las siguientes:

- AT-4/5/6/8 SET: válida hasta el 30 de junio del 2018
- MEP (land): válida hasta el 30 de septiembre del 2018
- SEP (land): válida hasta el 30 de septiembre del 2019
- IR(A): válida hasta el 30 de septiembre del 2018

El piloto disponía de un certificado médico de Clase 1 válido hasta el 17 de mayo de 2019.

Acumulaba un total de 2132 horas de vuelo, de las que 261 horas eran en el tipo. En los últimos 90 días voló 13 horas, 8 horas en los 30 días y ninguna en las 24 horas anteriores. Asimismo, voló 4:35 hh:mm desde que inició el turno el día 2 de junio y, desde ese día, había volado en cuatro ocasiones la misma ruta que la del día del accidente, la última el día 9.

En cuanto a las pruebas de entrenamiento recurrente y verificación de competencia del operador fueron realizadas el 20 de marzo de 2018.

El piloto realizaba su actividad de vuelo principalmente en las islas Baleares. Durante las últimas cinco temporadas del periodo de verano había trabajado en el servicio de extinción de incendios de Mallorca y con el mismo operador.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Air Tractor AT-802, con matrícula EC-GVN y número de serie 802-0065, fue matriculada en el registro de aeronaves de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 4 de septiembre de 1998. Se trataba de una aeronave turbohélice de un único motor Pratt & Whitney, modelo PT6A-67AG, con número de serie PCE-RD0010, y un tren de aterrizaje fijo con patín de cola.

Disponía de un certificado de aeronavegabilidad restringido, expedido por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), con la última revisión de la aeronavegabilidad válida hasta el 22 de abril del 2019.

En el momento del accidente, la célula de la aeronave contaba con un total de 2516:35 horas de vuelo. El 25 de enero de 2018, de conformidad con el programa de mantenimiento aprobado AMR-PM-AT-802, ed. 2, rev. 7 del 7 de diciembre de 2017, se habían efectuado las últimas tareas de mantenimiento que comprendían las revisiones de 50, 100, 200, 300 horas y 6, 12 y 24 meses, cuando contaba con 2501:25 horas de vuelo.

En cuanto al motor, en el momento del accidente acumulaba un total de 2429:45 horas de vuelo. Las últimas tareas de mantenimiento efectuado tuvieron lugar el 25 de enero de 2018, cuando contaba con 2415:35 horas, y comprendieron las revisiones de 100, 200, 300, 400 horas y de 12 meses.

El libro de partes de vuelo diarios no recogía anotaciones sobre fallos de componentes. Asimismo, los partes de vuelo recogen que el piloto habitual en los últimos tres meses fue el piloto accidentado.

1.7. Información meteorológica

Los datos meteorológicos registrados por las estaciones más próximas a la zona del accidente, fueron las siguientes: Pollença (a unos 7 km al Sur), Lluc (15 km al sursuroeste) y Escorca[4] en la sierra de Son Torrella (a unos 24 km al suroeste). Los registros en estas estaciones el martes 12 de junio de 2018, a las 18:02 hora local, fueron:

Estación meteorológica	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Viento medio (Km/h)	Viento máximo (Km/h o kt)
Pollença	27	41	8 suroeste	16 (8,63) noroeste
Lluc	21	39	5 Oeste	18 (9,71) sureste
Escorca	19	54	-	-

[4] Estación termo-pluviométrica, no proporciona datos de viento.

Debe tenerse en cuenta que a pesar de ser Pollença la estación más cercana, esta se encuentra sometida a la influencia de las brisas de la bahía de Pollença/Alcudia, de ahí la diferencia de dirección en el viento. Según datos de la AEMET, apenas se observó nubosidad, y el viento era, en general flojo.

Por otra parte, según las manifestaciones recogidas de un piloto profesional que sobrevoló la zona de la sierra de Tramuntana minutos antes del suceso, este indicó que la visibilidad era buena ya que no había nubes y el mar se veía revuelto y con oleaje.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

La única conversación mantenida en frecuencia aeronáutica fue con el avión de coordinación de incendios, como se ha referido en el punto 1.1.

1.10. Información de aeródromo

La aeronave tenía su base en el aeródromo de Son Bonet (Mallorca), indicador de lugar LESB, que es empleado como base de los medios aéreos de observación, vigilancia y extinción de incendios del Institut Balear de la Natura (IBANAT) en la isla de Mallorca. Es un aeródromo no controlado.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no disponía de registradores de datos de vuelo y/o de voces de cabina al no ser preceptivo para la operación. La reglamentación aeronáutica no exigía la instalación de ningún tipo de registrador.

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

Como se observa en la Figura 1, la aeronave realizó un viraje de 180°en la vertical del cabo Formentor y continuó por la misma vertiente norte de la sierra de Tramuntana de la que procedía. Al alcanzar la localidad de Pollença viró a su derecha, adentrándose en el mar y precipitarse finalmente contra el agua.

En las Figuras 2, 3 y 4 se muestran el estado de la aeronave cuando fue localizada en el fondo marino.

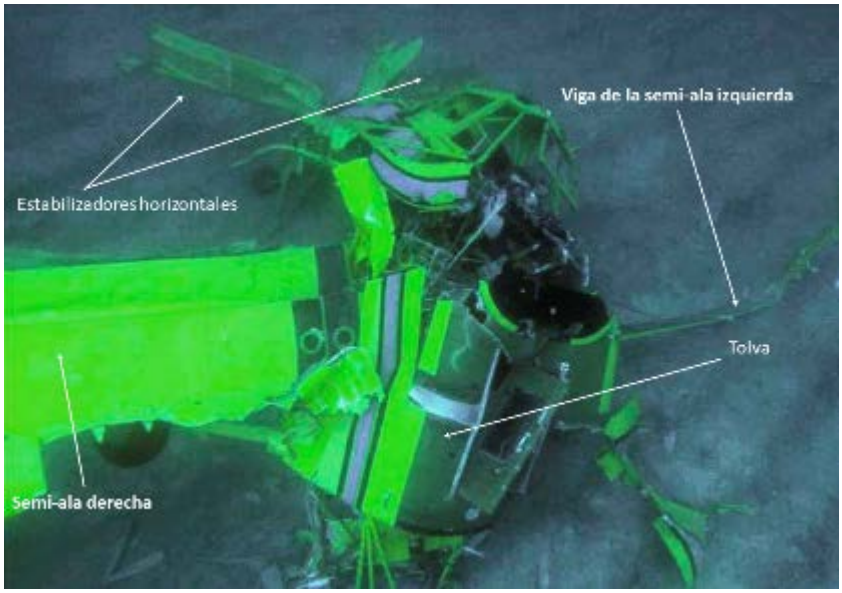

Figura 2: Vista frontal de la aeronave

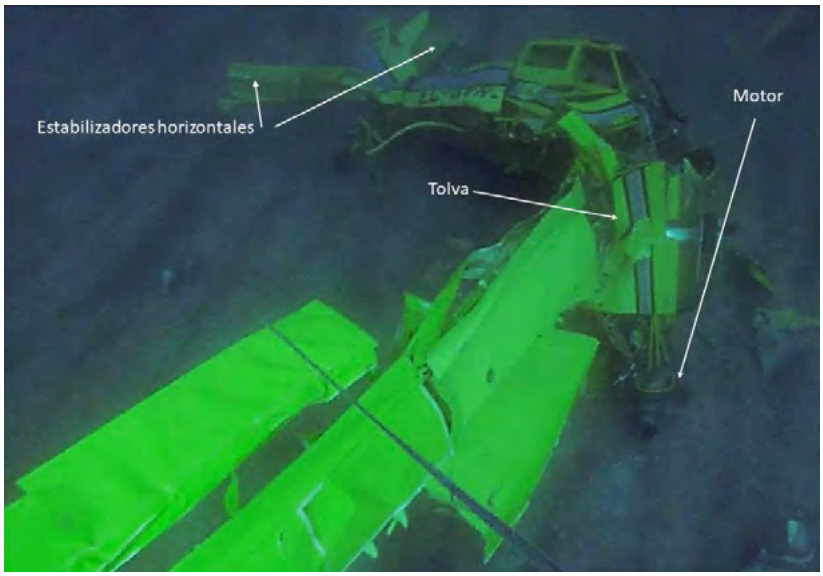

Figura 3: Vista lateral derecha de la aeronave

La aeronave presentaba extensas deformaciones y, como se observa en las figuras anteriores, la estructura tubular se fracturó dejándola dividida en dos secciones, ver Figura 3. La sección delantera incluía la tolva, el ala y el motor. La sección trasera formada por la cabina y el resto de la célula hasta la cola.

La semi-ala izquierda mostraba solo la viga principal y en la semi-ala derecha se distinguía la pérdida de distintas zonas (flaps, borde de ataque, etc). La cabina, separada del resto a la altura del panel de instrumentos, quedó con los pedales a la vista y colapsada en su lado izquierdo. En la zona de la cola se apreciaba un importante impacto por la parte inferior, con los estabilizadores horizontales deformados hacia arriba, sus riostras desprendidas y el timón de profundidad del lado derecho fuera del eje que lo articula.

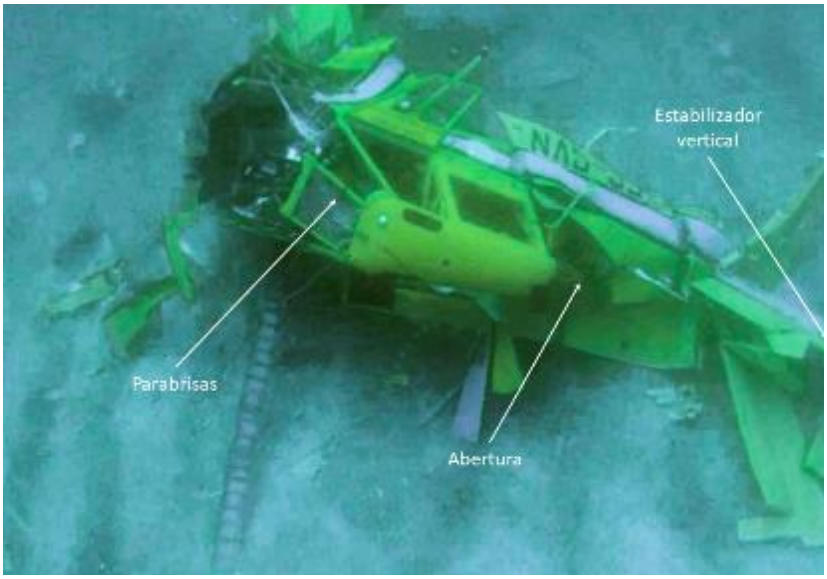

Figura 4: Vista cenital de la aeronave

Alrededor de los restos principales se encontraban la hélice, con dos palas de las cinco enteras unidas al mecanismo de paso, parte de las superficies de flaps y del timón de profundidad, así como diversos trozos de revestimiento del ala y célula.

La extracción de los restos del fondo del mar se llevó a cabo el día 17 de junio. La corrosión se había extendido moderadamente en las secciones de fractura, si bien la pintura soportó el proceso de oxidación en el resto de las superficies. En la Figura 5 se presentan los daños en la zona frontal de la aeronave, donde se sitúa el motor. Se advierte un impacto por la zona inferior del lado izquierdo que afecta directamente a la tobera del conducto de gases de escape de ese lado, a la bancada del motor y al mamparo que separa al motor de la tolva de carga. La hélice se desprendió junto con la segunda etapa de la caja reductora, distinguiéndose al menos dos de las cinco palas de la hélice sin que se hubieran desprendido.

Figura 5: Vista general del motor y de la caja reductora de la hélice

El habitáculo de la cabina había perdido su estructura inferior, el costado izquierdo abierto, la palanca de mando había perdido la empuñadura al recibir una fuerza de atrás hacia adelante. Únicamente, la estructura tubular de la mitad superior mantenía su forma.

1.13. Información médica y patológica

Según se determinó la causa inmediata del fallecimiento del piloto fueron las lesiones que afectaron al centro nervioso que regula las funciones vitales.

Asimismo, los análisis toxicológicos realizados, no se encontraron sustancias que limitaran la capacidad del piloto para el vuelo.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

1.15.1. Cronología de la búsqueda y rescate

Día 12 de junio:

Al no recibirse el código de aterrizaje establecido en el destacamento operativo del aeródromo de Son Bonet, el técnico del servicio de gestión forestal activó el protocolo de emergencia a las 19:37 horas, poco más de una hora sobre el tiempo calculado que duraría el vuelo.

Antes de las 19:52 horas, dos medios aéreos, el helicóptero H-5 por parte del Servicio de Búsqueda y Salvamento (SAR) del Ejercito del Aire y el avión de vigilancia del operativo de extinción de incendios de Mallorca, habían despegado en dirección a las estribaciones de Tramuntana. A las 20:00 horas, se unió el helicóptero H-1 del operativo de extinción de incendios.

Durante el tiempo empleado en la búsqueda este día no se observaron indicios de fuego ni avisos de que se hubieran producido.

A las 20:06 horas ya se dispuso de la última posición que registró el dispositivo GPS (39.931894°N 02.983056°E) del seguimiento de flota a bordo de la aeronave cerca de Pollença. Estos medios estuvieron operando hasta el ocaso.

Día 15 de junio:

El SAR continuó con la búsqueda, iniciada el primer día, mientras dos buques de la Armada se desplazaban desde su base para unirse a la misma. El buque cazaminas "Tajo"exploró el área con su sonar de barrido lateral y, en torno a las 15:00 horas, se localizaron en el fondo del mar los restos de la aeronave en la posición 39.931894°N 2.983056°E. A continuación, un vehículo submarino guiado a distancia identificó positivamente al piloto y aparato.

Día 16 de junio:

A las 22:00 horas, el buque de Salvamento de la Armada "Neptuno" llegó a la zona donde se localizaron los restos para encargarse del rescate y planificar la actuación del día siguiente.

Día 17 de junio:

A las 6:00 horas, se inició el operativo de rescate, para lo que previamente se realiza un nuevo reconocimiento de los restos por un vehículo submarino. Seguidamente, los buzos de la Armada rescataron al piloto, para lo que se requirió de inmersiones a 60 metros de profundidad. En torno a las 9:20 horas, el piloto había sido rescatado.

Los trabajos continuaron hasta recuperar finalmente los restos de la aeronave sobre las 21:20 horas.

A las 22:56 horas, el buque de salvamento puso rumbo a puerto.

1.15.2. Supervivencia

Dentro de la cabina, la estructura tubular que sujeta el asiento a la célula mantenía su posición, pero algunas uniones habían cedido (círculos verdes de la Figura 6), la banqueta estaba hundida hacia la izquierda y el respaldo inclinado hacia delante. El sistema de retención había mantenido al piloto en su sitio, encontrándose abrochado al rescatar al piloto.

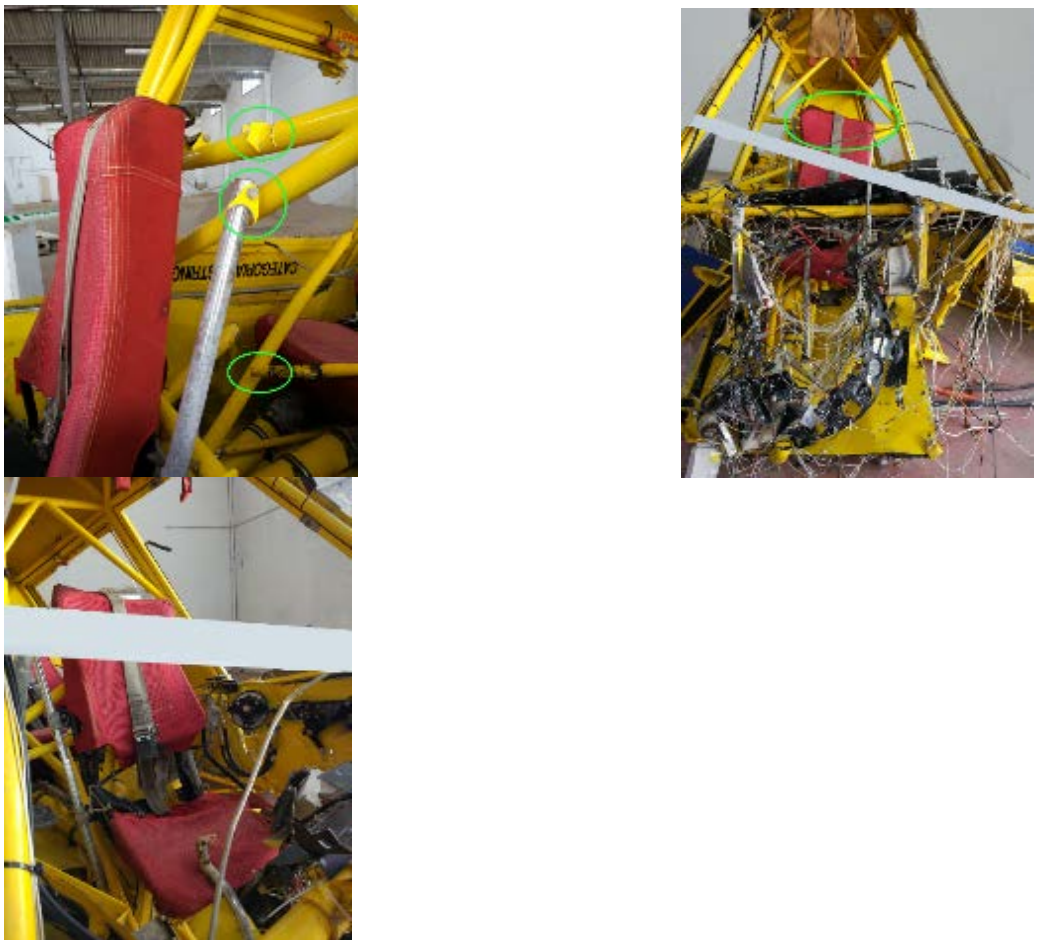

Figura 6: Vistas de la cabina de la aeronave

En la Figura 6 se presentan distintas vistas de la cabina, asiento y arnés de seguridad.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Información del GPS

La aeronave portaba un navegador GPS, además del sistema de seguimiento de flota, que pudo recuperarse del fondo del mar. El laboratorio de la Guardia Civil obtuvo la trayectoria del vuelo del día 12 de junio de 2018. La longitud de la trayectoria registrada era superior a la del sistema de seguimiento de flota, aunque faltaban los últimos metros respecto al punto de localización de los restos.

Las coordenadas de inicio y final de la trayectoria son los siguientes:

	DIA	HORA	LATITUD	LONGITUD
Inicio de trayecto	12/06/2018	15:20:31	39.603429073467851	2.707971800118685
Final de trayecto	12/06/2018	16:04:04	39.925748286768794	2.98257602378726

El recorrido total registrado, que se representa en la Figura 1, tiene una longitud de 150 km.

1.16.2. Descripción del tramo inicial

En la Figura 7 se representa el tramo inicial de la trayectoria, desde el aeródromo de Son Bonet hasta el cabo Formentor, con una longitud de 136,5 km.

Figura 7 : Trayectoria de la aeronave hasta el cabo Formentor

En este tramo, los datos obtenidos indican que la aeronave se dirigió en primer lugar al extremo occidental de la isla, en la que se sitúa la localidad de Andratx, para proseguir e iniciar el recorrido de la vertiente norte de la sierra de Tramuntana.

Desde Andratx, la trayectoria prosigue hacia la población de Valldemosa, en ascenso a través de los estrechos valles, pero sin llegar a sobrevolar las cotas más altas y que en esta población alcanzan los 1067 m. Continúa ascendiendo entre laderas hasta la población de Sóller, cuyas elevaciones alcanzan cotas de poco más de 1000 m.

Superada Soller, la aeronave describe un giro de 270° por su izquierda con la intención de ganar altura y, así, le llevó a elevarse hasta 1141 m (3743 ft), para sobrevolar las estribaciones de 1067 m que rodean el embalse de Cuber. En este punto se alcanzaba la mayor altitud de vuelo de todo el recorrido.

A partir del punto anterior, la aeronave comienza a descender. Transita a 990 m de altitud cuando deja a su izquierda el pico del Puig Major de 1436 m de elevación. El descenso prosigue recorriendo el curso de la carretera Ma-10 hasta la población de Pollença. Finalmente alcanza el cabo Formentor sobre el que realiza un giro de 180° para continuar con el recorrido de vuelta.

La trayectoria del vuelo en el tramo descrito transcurrió sin sobrepasar la línea de costa. Los ascensos y descensos se ajustaban a la orografía y guardaban la separación suficiente.

1.16.3. Descripción del segundo tramo

El tramo final tuvo una la longitud de 23,5 km, que corresponde al vuelo que transcurre desde el cabo Formentor hasta el último punto registrado.

En la Figura 8 se representa como, tras realizar el viraje, la aeronave continuó sobrevolando la misma trayectoria recorrida previamente hasta la proximidad de la localidad de Pollença.

Figura 8 : Trayectoria de la aeronave desde el cabo Formentor

A partir de este momento, coincidiendo con los últimos 3 minutos de vuelo, la orografía se hizo más escarpada y los datos registraron cómo la altitud se incrementaba de manera continua, para mantener y salvar las estribaciones que tenía a la vista.

Seguidamente, ver la Figura 9, se describe cómo en las proximidades del punto B, la aeronave inició un viraje a la derecha de prácticamente 90°, en rumbo hacia el mar y sobrevoló el punto C con un margen de unos 282 ft sobre el terreno.

Desde el punto C al D, la aeronave recorrió 2330 m en 39 segundos, con rumbo 307° y ascendió de 530 m hasta los 612 m (2007 ft), completando así un ascenso de 82 m (269 ft). A partir del punto D, la aeronave prosiguió 12 segundos más, que corresponden a un descenso en viraje a la derecha, hasta una elevación de 231 m (757ft), momento en que finaliza el registro del GPS.

En el cuadro siguiente se recogen los valores de la elevación del terreno y la altitud de la aeronave.

SECCIÓN	Elevación del terreno m (ft)	Altitud de vuelo m (ft)
A	394 (1292)	480 (1574)
B	439 (1440)	499 (1637)
C	444 (1456)	530 (1738)
D	0	612 (2007)

En el siguiente gráfico se representan los últimos 3 minutos de vuelo.

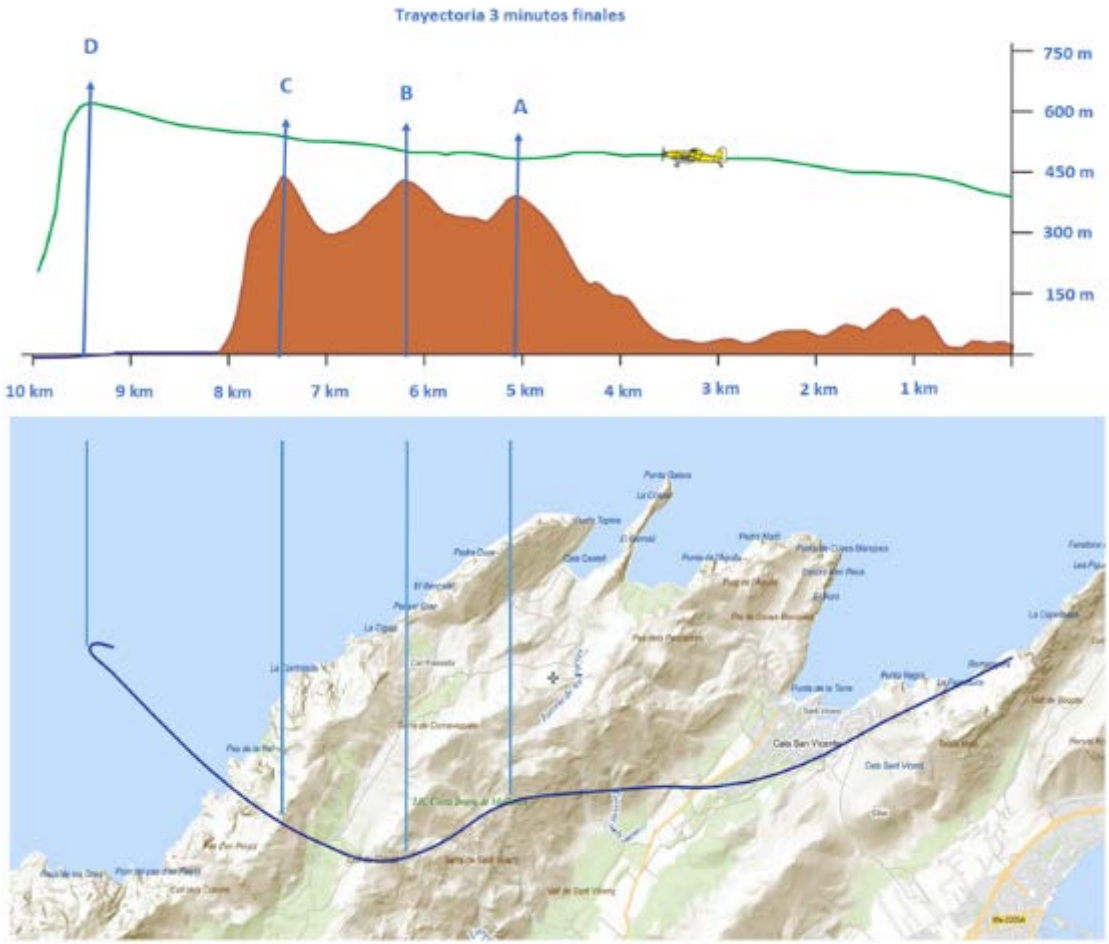

Figura 9 : Perfil y planta de la trayectoria de la aeronave durante los 3 minutos últimos

En la Figura 10 se recogen los datos registrados desde el punto C, destacándose los que corresponden al momento en que la aeronave inicia el descenso.

Altitud aeronave (m)	Distancia recorrida sobre el terreno (m)	Diferencia altitud (m)
Lecturas por segundo		
528,3	51	2,4
530,7	51	2,4
533,6	51	2,9
535,1	51	1,5
537,0	51	1,9
537,9	51	0,9
538,9	52	1,0
539,9	52	1,0
540,3	53	0,4
540,8	53	0,5
541,3	54	0,5
542,3	54	1,0
544,2	55	1,9
546,1	55	1,9
548,0	55	1,9
550,0	55	2,0
551,4	55	1,4
552,8	55	1,4
554,3	55	1,5
556,2	55	1,9
558,1	55	1,9
560,1	54	2,0
562,5	54	2,4
564,9	54	2,4
567,7	54	2,8
571,1	54	3,4

Altitud aeronave (m)	Distancia recorrida sobre el terreno (m)	Diferencia altitud (m)
575,0	53	3,9
578,3	53	3,3
582,2	53	3,9
585,0	52	2,8
588,9	52	3,9
591,8	52	2,9
595,1	52	3,3
598,0	51	2,9
600,9	51	2,9
603,8	51	2,9
606,2	50	2,4
609,1	50	2,9
611,5	50	2,4
612,9	50	1,4
610,5	50	-2,4
600,9	50	-9,6
584,1	51	-16,8
564,4	51	-19,7
539,9	40	-24,5
501,4	26	-38,5
429,3	33	-72,1
363,1	37	-66,2
296,9	55	-66,2
263,9	50	-33,1
230,8	50	-33,1
226,0	30	-4,8

Figura 10: Valores registrados en los minutos finales del vuelo

En último lugar, se referencia la posición de la última coordenada registrada (39.925451°N 2.9814474°E) por el GPS y la coordenada del lugar donde fueron localizados los restos (39.931894°N 2.983056°E). Ambas coordenadas están separadas por 730 m y, para recorrer ese segmento, la aeronave requería describir un viraje hacia la izquierda, en rumbo norte, adentrándose en el mar.

1.16.4. Información de vuelos anteriores

Con objeto de conocer la operativa habitual al volar sobre la zona noroccidental de la isla de Mallorca, se han revisado los vuelos realizados por la Ruta 3 desde el mes de junio de 2017 hasta la fecha del suceso. El balance arroja que, en cuatro meses y medio de operaciones, se llevaron a cabo 39 operaciones de las que 25 fueron al mando del piloto accidentado.

El resultado indica que habitualmente los vuelos seguían la pauta de recorrer la vertiente norte de la sierra de Tramuntana, empezando por el extremo al oeste, hasta el cabo Formentor. La vuelta recorría la vertiente sur en sentido opuesto al anterior, hasta la base de extinción de incendios en el aeródromo de Son Bonet.

En la Figura 11 se representan las trayectorias tipo recorridas, teniendo en cuenta que la figura del lado izquierdo es la más común. A la vista de ambas, se observa que no se contempla el sobrevuelo del mar y que, una vez alcanzado el cabo Formentor, el

retorno se realiza ejecutando un amplio viraje en el que se sobrevuelan las bahías de Pollença y Alcudia para tomar rumbo suroeste y atravesar por el Norte la población de Sa Pobla. En la figura del lado derecho, se presenta otra alternativa en la que el regreso se produce tras ejecutar un viraje cerrado y sobrevolar de nuevo el tramo en sentido opuesto hasta alcanzar la localidad de Pollença, que se deja a la derecha (al Norte), para dirigirse hacia la ruta descrita en la figura de la izquierda, que pasa por las cercanías de la localidad de Sa Pobla.

Figura 11: Trayectorias tipo seguidas por la Ruta 3

1.16.5. Fauna de la sierra de Tramuntana

El buitre negro (*Aegypius monachus*) forma parte de la fauna que habita en la zona del accidente, por su volumen y peso constituye un factor que puede comprometer la seguridad del vuelo de la aeronave Air Tractor AT-802.

Esta investigación ha obtenido del Servicio de Control de Aves, perteneciente al IBANAT que, en el mes de junio y al norte de la isla, las observaciones realizadas del buitre negro en la zona sobrevolada por la aeronave, alcanzan una población de entre 20 y 30 ejemplares, sobre un total de más o menos 200 ejemplares en toda la isla. El peso de los ejemplares adultos está entorno a los 7-8 kg y el vuelo lo realizan a unos 100 m sobre el terreno y no por encima del agua. Los pollos en los nidos aún no habían iniciado el vuelo. En la Figura 12 se representa la distribución en la sierra de Tramuntana.

Figura 12: Área de distribución de la población de buitre negro en el norte de Mallorca

El vuelo se supedita a la localización de alimento, por este motivo transcurre sobre la superficie terrestre, por tanto, lo normal es que no vuelen sobre el agua.

1.16.6. Investigación del motor

El motor PT6A-67AG, número de serie RD0010, de la aeronave fue fabricado por Pratt & Whitney Canadá. Entre los restos no pudo recuperarse la totalidad del grupo moto-propulsor, ya que la hélice, el control de paso y la segunda etapa de la caja reductora se desprendieron de los restos principales. El fabricante participó en la investigación y llevó a cabo la inspección de los restos del motor recuperados.

Inspección externa

La inspección externa del motor mostraba que la primera etapa de la caja reductora de la hélice y el grupo de accesorios presentaban los efectos de la corrosión por el agua de mar.

La fractura de la caja reductora dejó a la vista que la zona inferior del conducto de gases de escape se deformó hacia el interior, prolongándose hacia la generadora de gases y hacia el interior del motor. La carcasa que recorre la sección de combustión no presentaba daños significativos.

En la caja de accesorios se había generalizado la corrosión por efectos del agua salada. Las conexiones de accionamiento de la potencia del motor y de la unidad de control del combustible estaban seccionadas. La unidad de control de combustible y bomba se mantenían en su posición, pero con grietas en la primera de ellas y con las conexiones a la palanca de control de combustible y de condición de vuelo seccionadas.

Las líneas de presión neumática de P3 (descarga de aire de la generadora de gas) no presentaban daños. En su interior había restos de magnesio, distintos niveles de cloro, sodio y calcio. En la caja de accesorios, el filtro de aceite y el detector de partículas, aunque con corrosión, no presentaban restos de partículas metálicas.

La línea de control de la turbina de potencia (Py) estaba asegurada y ensamblada a la unidad control de combustible.

Inspección interna

En la sección de compresión de la generadora de gas, un álabe de la primera etapa estaba doblado íntegramente en sentido contrario al giro. Entre el compresor centrífugo y la sección de turbina únicamente se encontraron restos de partículas con tonos grises.

En la sección de potencia, a la altura del estator de primera etapa (turbina del compresor) aún se presentaban restos de partículas grises. Aguas abajo, se observó que las puntas de los álabes de la turbina del compresor rozaron sobre la parte superior de la carcasa del alojamiento. Además, este disco mostraba una huella circunferencial por fricción en la sección del encastre de los álabes, que guardaba correspondencia con la localizada en el disco del estator de la siguiente etapa (turbina de potencia).

Sucesivamente, las puntas de los álabes de la turbina de potencia de la primera etapa habían friccionado con la carcasa.

El cuerpo de los álabes de las dos etapas de turbina descritas y los de la segunda etapa de la turbina de potencia, no mostraron señales de estar dañados.

Las bujías de ignición no mostraban daños físicos. Los accesorios del motor no mostraban señales de impacto previo, aunque la corrosión estaba extendida.

Inspección en laboratorio

El análisis de las partículas encontradas en el interior del motor y otros componentes tenían su base principal el magnesio proveniente de la corrosión por la sal del agua. Del mismo modo, el resto de los elementos inspeccionados se presentaban afectados por la inmersión en agua de mar.

La válvula divisora de flujo y purgado (FDV) se encontró con el mecanismo de transferencia en la posición abierta (flujo de combustible a los colectores).

En la bomba de combustible, su filtro estaba en buenas condiciones, con grumos de combustible y sal, pero nada que le impidiera el filtrado. En el interior, los engranajes de bombeo y los cojinetes no presentaban signos de haber trabajado con agotamiento de combustible.

En el cuerpo de la unidad de control de combustible (FCU), los cables de frenado se habían mantenido unidos, el eje de arrastre estaba doblado y giraba libremente. Internamente presentaba los efectos por corrosión por el agua de mar. El alojamiento del filtro de P3 (presión de aire a la salida de la generadora de gas) únicamente presentaba residuos orgánicos, tanto exterior como interiormente.

Esto implica que la presión de combustible estaba presente en el colector de combustible en el impacto. El pulido axial estaba presente en las superficies de sellado de la válvula primaria y secundaria.

La extensión de los daños a los accesorios impidió la determinación de posibles anomalías operativas previas al impacto.

Sin embargo, no hubo evidencia de falta de combustible en los componentes de la bomba de combustible, el fuelle de la unidad de control de combustible no tenía fugas y se encontró que la válvula divisora y de purga del flujo estaba abierta a los colectores (en condición de flujo).

Conclusiones alcanzadas de la inspección del motor

Se encontraron zonas con desgastes circunferenciales por el rozamiento del rotor de la turbina del compresor y de potencia tanto en su alojamiento como contra su estator, lo que indica que el motor estaba generando algo de potencia al producirse el impacto.

El polvo mayormente grisáceo localizado a lo largo del interior del motor se determinó que era un producto de la corrosión del magnesio por el agua de mar, en los que forma parte de los distintos elementos. Se estima que la corriente de agua transportó los productos de corrosión por todo el motor, incluso a través de la región del difusor a través del conducto de P3 hasta el filtro.

Los daños en los accesorios del motor imposibilitaron conocer cualquier posible anomalía operativa previa al impacto. No obstante, no hubo evidencia de falta de combustible en los componentes de la bomba de combustible y el fuelle de la unidad de control de combustible estaba intacto, sin signo de fugas. El divisor de flujo se encontró en la posición abierta a los colectores, es decir, en una condición de flujo.

No había indicaciones en los componentes examinados de ningún daño externo previo al impacto.

La ausencia de deformaciones importantes en la admisión a la generadora de gas y a la salida de los gases de escape, sugiere que el motor no se encontraba funcionando a un régimen alto de potencia. También, el álabe doblado a la entrada del compresor indica que el motor giraba al entrar en el agua.

En definitiva, se concluye que el motor funcionaba en el momento de contactar con el agua, aunque a baja potencia.

1.16.7. Información de la baliza instalada en la aeronave

La aeronave equipaba una baliza de emergencia ACK Model E-04 ELT. Según la hoja de datos de la certificación de tipo, TCDS No.: EASA.IM.A.274, está baliza está acreditada como equipo opcional. Sin embargo, la señal de la misma no se recibió por el Centro de Control de Misión COSPAS-SARSAT de Maspalomas, aunque tampoco tiene capacidad de emitir bajo el agua.

1.16.8. Información sobre las entrevistas realizadas

Se ha recabado información de las personas que mantuvieron contacto con el piloto durante las últimas 24 horas. Según las manifestaciones de los compañeros de la base de extinción, el piloto mostraba un comportamiento habitual. Igualmente, los compañeros de alojamiento, cenaron la noche anterior y habían proyectado salir de nuevo al día siguiente.

1.17. Información sobre la organización y gestión

No se considera.

1.18. Información adicional

No se considera.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se considera.

2. ANÁLISIS

2.1. Aspectos generales

La operación de la aeronave consistía en realizar un vuelo de observación, programado por los técnicos de la lucha contra incendios en la isla de Mallorca, en la zona situada al norte de la isla. La ruta habitualmente empleada, desde la base en el aeródromo de Son Bonet, recorría la vertiente norte de la sierra de Tramuntana, desde el extremo oeste al este, y la vuelta por la vertiente sur hasta la base.

El piloto se había incorporado el día 2 de junio a la campaña de lucha contra incendios en la isla de Mallorca, igual que en los cuatro años anteriores. Desde ese día 2, voló 4 horas y 35 minutos. El día previo al accidente no tuvo que volar y al finalizar el día estuvo junto con otros compañeros de la base, con los que había quedado para la tarde del siguiente día 12.

La actividad del día se había iniciado a las diez horas aproximadamente con la revisión diaria de puesta en servicio de la aeronave. No tenía ninguna intervención pendiente y tampoco fue requerido en tareas de extinción ese día por los técnicos de lucha contra incendios.

En consecuencia, cabe considerar que el piloto reunía la experiencia suficiente para el vuelo, el conocimiento sobre los procedimientos del operador, de la base de extinción y del entorno de las operaciones, incluso, el grupo de compañeros era el habitual en la base. Además, había volado anteriormente con la misma aeronave y por la misma ruta en temporadas anteriores e incluso en los días previos al accidente. Por todo lo expuesto anteriormente, se puede considerar que el piloto estaba capacitado para el desempeño de la operación en la que sufrió el accidente.

Además, la información médica y patológica estudiada en la investigación, no ha revelado circunstancias de incapacitación antes y durante el vuelo.

En cuanto a la aeronave, el mantenimiento programado se había realizado y los partes de vuelos previos al día del suceso no reflejaban incidencias en la aeronave. Como era costumbre, la aeronave había sido inspeccionada por el piloto y el técnico de mantenimiento a la hora de entrada en servicio, sin que se anotaran discrepancias en los partes diarios de vuelo, permaneciendo después en plataforma preparada para el servicio. La actividad en la base, sin incendios en los que intervenir, permitía seguir la planificación de vuelos de observación.

Las condiciones meteorológicas permitían el vuelo sin limitar las actuaciones de la aeronave, aunque la orografía montañosa de la zona a sobrevolar era susceptible de turbulencias de montaña. Los vuelos de otras aeronaves sobre la zona, antes y después del suceso, no indicaron problemas en este aspecto.

2.2. Análisis de los restos de la aeronave

A la vista de la distribución de los daños sufridos por la aeronave y el grado de afectación de los distintos componentes tras impactar contra la superficie del mar, puede establecerse que, en ese momento, la aeronave describía un viraje a la izquierda en actitud de descenso.

En concreto, la maniobra de viraje a la izquierda guarda relación con la presencia del larguero de la semi-ala izquierda, sin ningún tipo de elemento unido a ella (Figuras 2 y 3), la torsión producida en la punta exterior del mismo larguero, a consecuencia de la resistencia ofrecida al entrar en contacto con el agua, y el colapso de la cabina por el mismo lado (Figura 6).

El segundo hecho, relacionado con la actitud de descenso, guarda relación con que se separara de la aeronave la hélice, tres palas de la misma, el control de paso y la segunda etapa de la caja reductora, debido a la actitud de picado o morro abajo.

Otros daños producidos, como el desprendimiento de la parte delantera de la célula, por detrás de la tolva, se relaciona con la distribución de los esfuerzos sobre la propia tolva. Así como, las deformaciones en la zona de la cola, en el que el estabilizador horizontal se deformó hacia arriba y, el timón de profundidad de la derecha, se desarticuló de su alojamiento. Todo ello originado por el impacto contra el agua.

Con carácter general, los daños más significativos del conjunto se produjeron sobre el costado izquierdo, de la misma forma que las lesiones sufridas por el piloto sobre la misma zona de su cuerpo.

2.3. Condiciones de funcionamiento del grupo moto-propulsor

El efecto de la inmersión del motor en agua salada ha imposibilitado obtener una evaluación precisa del funcionamiento del grupo moto-propulsor. No obstante, la inspección llevada a cabo permitió determinar, a la vista del estado de los componentes internos del motor, el régimen aproximado que llevaba en el instante del impacto con el mar.

En el apartado 1.16.6 se describen los detalles de la inspección del motor y las conclusiones alcanzadas. Entre ellas, se destaca que el conjunto moto-propulsor no mostraba indicios de daños externos previos al impacto y que el motor funcionaba a baja potencia en el momento de entrar en el agua.

2.4. Análisis de la trayectoria y maniobras de la aeronave según los registros GPS

En los apartados 1.16.1, 1.16.2 y 1.16.3 se describen las evidencias que aportaron los datos del GPS a la investigación del suceso. Las coordenadas registradas han permitido reconstruir el vuelo de la aeronave con una precisión óptima en cuanto a su posición sobre el terreno, aunque menor cuando se trata de analizar el parámetro de altitud de la coordenada. No obstante, a la vista de la frecuencia con que los valores fueron registrados (uno por segundo), en los que no se observan datos espurios, se considera que son válidos y, por tanto, permiten analizar la actuación real de la aeronave, en cuanto a este parámetro.

Este análisis se va a centrar en el tramo de vuelo que transcurre a partir del cabo Formentor hasta el final del vuelo, es decir poco más de 7 minutos. El tramo volado previamente, no presenta información destacable.

Para llevar a cabo el análisis del tramo final, se ha establecido una correlación entre la trayectoria de vuelo realizada por la aeronave del suceso y las trayectorias de los vuelos realizados durante las dos últimas campañas de extinción de incendios, el número de observaciones realizadas, permite establecer con fidelidad la forma habitual de operar este tramo por todos los pilotos de la base, incluido el piloto accidentado.

En la Figura 13 se representa de forma gráfica las dos alternativas empleadas para iniciar el recorrido de vuelta por la vertiente sur de la sierra de Tramuntana, una en color azul y otra en rojo. La ruta inferior, en azul, recorre las bahías de Pollença y Alcudia para alcanzar directamente las estribaciones de la vertiente sur de Tramuntana.

La alternativa superior, en rojo, trascurre en rumbo suroeste desde el cabo Formentor, hasta las proximidades de la localidad de Pollença desde donde, con rumbo suroeste, intercepta con la ruta azul. En el caso de este suceso, los datos muestran que la aeronave accidentada al alcanzar la localidad, se desvía de la trayectoria habitual, y toma rumbo noroeste, para sobrevolar las estribaciones que se encuentran al norte de Pollença, en dirección a la costa.

Figura 13: Descripción de las trayectorias de regreso

Esta parte última del vuelo, como se representó en la Figura 9, dura unos 3 minutos y se observa como la aeronave progresa en ligero y continuo ascenso, superando a 530 m de altitud la última elevación del terreno antes de rebasar la línea de costa y prolongar el suave ascenso hasta alcanzar los 612 m sobre el mar en rumbo 307°, momento en que la aeronave inició un descenso con viraje hacia su derecha.

Con los registros del GPS conocidos, se ha elaborado la siguiente tabla de datos, donde cada fila corresponde al registro tomado cada segundo por el dispositivo.

Punto	Altitud (m)	Variación de la Altitud por tramo (m)	Pérdida total de Altitud (m)	Longitud horizontal recorrida por tramo (m)	Longitud horizontal recorrida total (m)	Rumbo al final del tramo	
A	612.9	0.0	0	0	0	307	
B	610.5	-2.4	-2.4	50	50	307	
C	600.9	-9.6	-12.0	50	100	306	
D	584.1	-16.8	-28.8	51	151	306	
E	564.4	-19.7	-48.5	51	202	309	
F	539.9	-24.5	-73.0	39	241	316	
G	501.4	-38.5	-111.5	26	267	329	
H	429.3	-72.1	-183.6	33	300	006	
I	363.1	-66.2	-249.8	37	337	056	
J	296.9	-66.2	-316.0	55	392	095	
K	264.0	-32.9	-348.9	50	442	101	
L	230.8	-33.2	-382.1	50	492	101	
M	226.0	-4.8	-386.9	30	522	104	

En la Figura 14 se representa gráficamente y en planta la distribución de los valores de la tabla anterior.

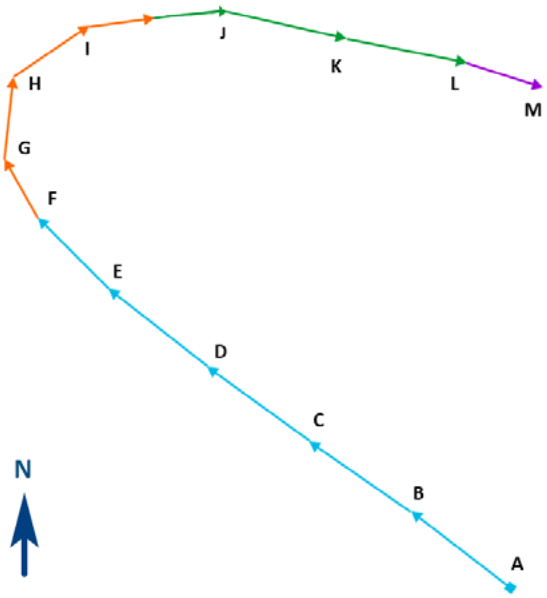

Figura 14: Desarrollo de la trayectoria

Del mismo modo, la Figura 15 representa aproximadamente una gráfica de la trayectoria final que resulta de los datos tabulados. En color azul, la trayectoria obtenida del GPS y, en color amarillo, la supuesta trayectoria que pudo seguir hasta impactar con el agua, para lo que se ha considerado que no hubo desplazamiento de restos durante la inmersión y por corrientes.

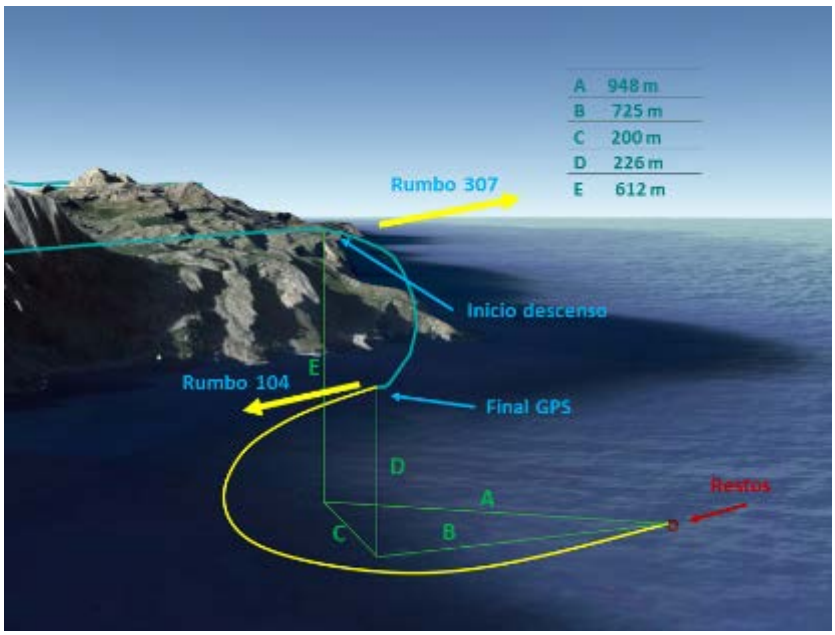

Figura 15: Representación trayectoria sobre el mar

Con los datos de la tabla anterior, se ha realizado una evaluación de las actuaciones de la aeronave durante la maniobra. Para ello, como se muestra en la Figura 14, se han agrupado los segmentos que forman cada fila para formar "Tramos", en base a las características geométricas y de proporcionalidad que guardan entre sí los parámetros medidos. De esta forma se obtendrían los cinco siguientes: Tramo A-F, Tramo F-I, Tramo I-J, Tramo J-L y Tramo L-M.

No obstante, con objeto de optimizar el cálculo y que este se ajuste a la actuación más realista, el Tramo I-J se ha subdividido en dos, añadiendo un punto Q, así queda: el Tramo I-Q y el Tramo Q-J, de esta manera se crea el Tramo F-Q, que geométricamente completaría al sector de la trayectoria que se ajusta a un movimiento helicoidal[5] descendente.

El resto de la trayectoria estaría compuesto por la unión del sub-Tramo Q-J al Tramo J-L, para formar el Tramo Q-L, con características más parecidas. Respecto al Tramo L-M, último valor registrado, se considera que es un espurio porque diverge de los anteriores. Además, se ha desestimado la influencia del viento.

En definitiva, resultan los siguientes "Tramos" con los siguientes valores medios[6]:

- Tramo A-F[7]

Formado por cinco segmentos con un rumbo similar. Este modelo muestra que la aeronave desciende en el rumbo que llevaba durante cinco segundos, a un régimen de descenso de 2874 ft/min, con un ángulo de asiento de velocidad Y= -16,6°, ángulo de balance de velocidad μ poco significativo y velocidad media de vuelo de 99,4 kt.

- Tramo F-Q

Este tramo lo componen tres segmentos al que se ha sumado el semi-Tramo I-Q. El conjunto compone un arco de una trayectoria helicoidal descendente, que se desarrolla en 3,5 segundos. El cálculo muestra que la aeronave descendió 210 m, mientras el rumbo variaba 132°, en el que describió una maniobra con un ángulo de asiento de velocidad Y= -57,26° y ángulo de balance[8] de velocidad μ= 68,9°. El factor de carga resultante es de 1,5, a un agresivo régimen de descenso de entorno de 11000 ft/min.

[5] El movimiento helicoidal es el que resulta de combinar un movimiento de rotación en torno a un eje dado con un movimiento de traslación paralelo a ese mismo eje.
[6] Al transformar los segmentos en Tramos, el resultado obtenido será el valor que toma la media.
[7] Signo negativo del ángulo de asiento de velocidad Y indica hacia abajo.
[8] Signo negativo del ángulo de balance de velocidad μ indica hacia la izquierda.

- Tramo Q-L

Se compone de dos segmentos al que se le une el semi-Tramo Q-J. En el tramo resultante se produce una variación total en el rumbo de 13°, distribuidos en 7° para el semi-Tramo Q-J, °6 en el segmento J-K y 0° en el último del tramo K-L. Los cálculos del conjunto proporcionan la siguiente valoración: la velocidad media en el Tramo Q-L sería de 124,4 kt; el régimen de descenso medio, aunque alto, desciende hasta poco más de 7 800 ft/min; lo mismo que el ángulo de asiento de velocidad medio Y= -38,66° y, finalmente, el ángulo de balance va reduciéndose hasta prácticamente nivelarse en el último segmento.

A la vista de la forma en que se fueron concatenando los distintos tramos, durante los últimos doce segundos registrados por el GPS, se concluye que la aeronave inició un descenso mediante la acción de retrasar la palanca de gases. A continuación, se efectuó una maniobra coordinada en la que la aeronave adoptó una actitud de fuerte picado y alabeo a la derecha, en la que describió una trayectoria helicoidal descendente. Finalmente, la aeronave deshace la maniobra anterior para acometer previsiblemente un viraje hacia la izquierda.

Finalmente, se representa en la Figura 15, en color amarillo, una de las posibles trayectorias que enlazaría el último registro del GPS con la posición donde se localizaron los restos. Esta parte de la trayectoria se habría alcanzado tras enlazar con un viraje a la izquierda, para describir una trayectoria más o menos circular que no es posible determinar.

2.5. Interpretación de los últimos minutos de vuelo

Los indicios identificados durante la investigación revelan que la aeronave no comunicó ninguna anomalía durante el tiempo que se mantuvo en vuelo. Además, el perfil de vuelo se ajustaba a las características habituales de las operaciones de observación y vigilancia.

Sin embargo, cuando la aeronave inicia el tramo del recorrido hacia la vertiente sur de la sierra de Tramuntana, se advierte que en las proximidades de Pollença se produce un cambio de rumbo hacia el noroeste, alterando el proceder habitual.

La necesidad para alterar el rumbo podría estar en la confirmación de alguna circunstancia observada durante el sobrevuelo de la zona minutos antes, cuando se dirigía en dirección al cabo Formentor. No obstante, esta forma de proceder parece no tener relación con adentrarse 2330 m en el mar o con algún indicio de incendio, ya que no se observó esta circunstancia.

Otro aspecto a considerar, a la vista de los datos es que, establecido en el nuevo rumbo, la aeronave ascendía suavemente a un régimen de 414 ft/min y 104 kt respecto al terreno, manteniendo una separación adecuada sobre él. En este escenario se estima que la aeronave no debía presentar ningún mal funcionamiento que le impidiera continuar el vuelo sin alterar la trayectoria. Además, se constataría que el funcionamiento del motor no afectaba a la capacidad de vuelo hasta que, en un momento dado, desciende abruptamente.

En cuanto a la forma en que este se desarrolla, se advierte que inicialmente se produce un suave descenso, manteniendo la línea de vuelo, y enlaza con un viraje brusco y coordinado a la derecha, que le lleva a descender 386 m (1266 ft) en doce segundos, momento en que se interrumpe el registro de datos GPS a 226 m (741 ft) sobre el agua. Como se ha analizado en el apartado 2.4, se considera que esta acción es coherente con la ejecución de una maniobra agresiva en la que se empuja la palanca de mando, coordinado con un fuerte alabeo a la derecha. La maniobra finaliza deshaciendo el alabeo al tiempo que disminuye el régimen de descenso.

Pudiera atribuirse esta circunstancia al resultado de un impacto con un buitre y que a consecuencia de ello se hubieran producido daños y/o pérdida de control sobre la aeronave o sobre el propio piloto. Sin embargo, se considera que, en la fecha del accidente, la población era baja y a que el comportamiento de esta familia de aves no les dispone a sobrevolar el mar, por tanto, la probabilidad de un encuentro en el aire entre un buitre y la aeronave es remota.

Asimismo, en el caso de producirse el impacto con un ave, no parece responder a la trayectoria desarrollada a continuación.

2.6. Valoración de los instantes previos al impacto de la aeronave

La investigación no ha podido concluir la trayectoria de la aeronave después de perderse el registro de datos del GPS.

El desarrollo de esta parte de la trayectoria tuvo como escenario el representado en la Figura 15. El origen parte en el momento en el que la aeronave había deshecho el alabeo y descendía aproximadamente con Y= -33,4°. El final, a la vista de los indicios que señalan los restos, fue que la aeronave impactó con el agua cuando descendía en una actitud de moderado alabeo a la izquierda y en el que el motor mantenía un régimen de funcionamiento inferior al necesario para remontar el vuelo.

Se estima que la geometría del escenario ofrece unas dimensiones que posibilita remontar el vuelo. Al mismo tiempo, la trayectoria tuvo que dirigirse hacia la izquierda, por ser el espacio más abierto al mar y ofrecer menos dificultad para iniciar el ascenso. Completar el recorrido de la trayectoria no es posible ya que, para alcanzar la posición de los restos, la trayectoria seguida depende del radio de giro descrito por la aeronave, el cual se desconoce. Sin embargo, puede afirmarse que esencialmente la aeronave no llevaba una configuración que presuponga que su intención era ascender.

3. CONCLUSIONES

Los indicios más importantes de este informe están fundamentados en la información obtenida de los datos registrados por un dispositivo GPS a bordo de la aeronave, sobre los que se ha reconstruido el vuelo y se ha analizado las maniobras desarrolladas por la aeronave.

3.1. Constataciones

1. En relación con la operación:

a. El piloto estaba cualificado para el vuelo que realizaba.
b. La aeronave disponía de un certificado de aeronavegabilidad válido.
c. El vuelo estaba programado como observación y vigilancia por los técnicos que gestionan los medios de lucha contra incendios de la comunidad autónoma.
d. El recorrido del vuelo lo había volado en cuatro ocasiones en los últimos diez días.
e. El número de horas en el tipo realizadas eran de 261.
f. Las condiciones meteorológicas no limitaban el vuelo.
g. La aeronave llevaba a bordo un sistema de seguimiento de control de flota y un dispositivo GPS independiente del anterior.
h. Durante el vuelo existió comunicación radio entre la aeronave de coordinación de medios y la accidentada.
i. No hubo comunicación radio alertando de emergencias, ni sobre la aeronave, ni por la propia operación que llevaba a cabo.
j. Cuando la aeronave alcanzó el punto más alejado de la ruta y retornaba por el itinerario habitual, modificó el rumbo, y se dirigió hacia el mar.
k. No se encontraron indicios de la presencia de humo o fuego.
l. No hay indicios de impacto con buitres.

2. En relación con el rescate y los restos de la aeronave:

a. La operación de búsqueda del piloto y aeronave se prolongó durante tres días.
b. La aeronave se localizó a 60 m de profundidad en el mar y a 2140 m del punto más cercano a la costa.
c. El piloto mantenía su posición en el puesto de pilotaje, sujeto por el arnés de seguridad.
d. Los restos de la aeronave se mostraban concentrados sobre el fondo marino.
e. La hélice y la segunda etapa de la caja reductora se desprendieron del resto.
f. Las deformaciones observadas en el conjunto son coherentes con el impacto contra el agua, en actitud de fuerte alabeo a la izquierda, mientras descendía.
g. En el momento de entrar en el agua, el motor funcionaba a bajo régimen de potencia.

3. En relación con el GPS a bordo:

a. El dispositivo GPS fue localizado junto a los restos.
b. La información obtenida es más amplia que la del sistema de seguimiento de flota.
c. Los datos indican que la aeronave mantenía un régimen de ascenso de unos 414 ft/min hasta doce segundos antes de finalizar los datos.
d. En los doce segundos finales, la aeronave describe una maniobra agresiva en la que combina un fuerte régimen de descenso y de alabeo a la derecha durante 3,5 segundos.
e. Los datos finalizan con la aeronave en descenso y prácticamente sin alabeo.
f. La trayectoria registrada finaliza sobre el mar, a poca distancia del lugar donde fueron encontrados los restos de la aeronave.

4. En relación con el impacto de la aeronave contra la superficie del mar y el entorno.

a. Las maniobras previas al accidente se ejecutaron sobre la superficie del mar.
b. La aeronave no mostraba indicios de remontar el vuelo.
c. La aeronave impactó con el mar en una clara actitud de descenso mientras trazaba un viraje hacia la izquierda.
d. El vuelo sobre el mar altera la percepción de las referencias visuales.

3.2. Causas/factores contribuyentes

Se considera que el accidente de la aeronave EC-GVN a las características de un vuelo controlado contra el agua precedido de un brusco descenso y cuya causa no ha podido determinarse.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se considera.