CIAIAC

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

Informe técnico A-016/2018

Accidente ocurrido a la aeronave Mooney M20K matrícula D-ETFT, en el término municipal de Flix (Tarragona), el 12 de mayo de 2018

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: 796-20-133-9

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 6
1.1. Antecedentes del vuelo 6
1.2. Lesiones personales 9
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 13
1.8. Ayudas a la navegación 15
1.9. Comunicaciones 20
1.10. Información de aeródromo 20
1.11. Registradores de vuelo 20
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto 20
1.13. Información médica y patológica 24
1.14. Incendio 24
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 24
1.16. Ensayos e investigaciones 24
1.17. Información sobre organización y gestión 30
1.18. Información adicional 30
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 34
2. ANÁLISIS 35
2.1. Análisis del impacto 13:40 35
2.2. Análisis del vuelo entre 13:23 y 13:34 38
2.3. Análisis del vuelo entre 13:34 y 13:40 41
2.4. Análisis del fallo del motor a las 13:34:45 43
3. CONCLUSIONES 46
3.1. Constataciones 46
3.2. Causas/Factores contribuyentes 48
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL 49

Abreviaturas

º	Grado
ACC	Centro de control de área
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AIP	Publicación de información aeronáutica
ATC	Control de tráfico aéreo
CAMO	Organización de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad
EASA	Agencia Europea para la Seguridad Aérea
FI	Instructor de vuelo
FL	Nivel de vuelo
ft	Pie(s)
GS	Velocidad respecto al suelo
h	Hora
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas para el vuelo por instrumentos
IR	Habilitación para el vuelo por instrumentos
kg	Kilogramo
kt	Nudo
km	Kilómetro
l	Litro
LELL	Código del aeropuerto de Sabadell (España)
LERS	Código del aeropuerto de Reus (España)
LPCS	Código del aeropuerto de Cascais (Portugal)
m	Metro
METAR	Informe de observación de aeródromo
min	Minuto
NM	Milla Náutica
nº	Número
RCA	Reglamento de circulación aérea
s	Segundo(s)
S/N	Número de la serie
SERA	Reglas europeas estandarizadas del aire
SIGMET	Mapa significativo
TAF	Informe de pronóstico de aeródromo
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual
VMC	Condiciones meteorológicas de vuelo visual

Sinopsis

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	Mooney M20K, matrícula D-ETFT
Fecha y hora del incidente:	Sábado, 12 de mayo de 2018, 13:40 UTC[1]
Lugar del incidente:	Término municipal de Flix (Tarragona)
Personas a bordo:	1 piloto, fallecido
	2 pasajeros, fallecidos
Tipo de vuelo:	Aviación general - privado
Fase de vuelo:	Ruta
Fecha de aprobación:	22 abril 2020

Resumen del accidente

El sábado 12 de mayo de 2018 a las 13:40, tras 3 h 12 min de vuelo, la aeronave D-ETFT con tres personas a bordo, sufrió un accidente durante un vuelo privado entre Cascais y Reus. La aeronave impactó contra el terreno en una zona montañosa en el término municipal de Flix (Tarragona), 40 km al oeste de su destino. Hacía 5 min que había declarado tener fallo de motor y 17 min antes se le había notificado que su aeropuerto de destino estaba cerrado al tráfico VFR.

La investigación ha determinado que la causa del accidente de la aeronave D-ETFT fue la desestabilización y pérdida de control durante la realización de un aterrizaje de emergencia en una carretera de montaña de menor ancho que la envergadura de la aeronave. Se consideran factores contribuyentes:

- La pérdida de potencia del motor, que obligó al aterrizaje de emergencia, originada por la fractura completa de la línea de distribución de combustible del cilindro número 3 de la válvula de distribución de combustible.

- La deficiente planificación del vuelo, en cuanto al estudio de la meteorología y zona de vuelo, que llevó a la aeronave a extender el vuelo y alejarse de su aeropuerto de destino, ubicándole en la zona montañosa donde se produjo el fallo del motor.

El informe contiene una recomendación de seguridad dirigida a Continental Motors, como fabricante del motor.

[1] La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC, obtenida de los servicios de tránsito aéreo.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El sábado 12 de mayo de 2018, la aeronave monomotor Mooney M20K de matrícula alemana D-ETFT, despegó a las 10:28 del aeropuerto de Cascais LPCS (Portugal) para realizar un vuelo privado con destino el aeropuerto de Reus LERS (España). A bordo iban tres personas que habían iniciado un viaje vacacional cuatro días antes (el miércoles 9 de mayo) desde Alemania, donde la aeronave tenía su base.

Desde el inicio del viaje el día 9, la aeronave y las tres personas a bordo habían realizado los siguientes trayectos:

- Miércoles 9 de mayo: Mainz-Finthen (Alemania)-Lille (Francia)
- Jueves 10 de mayo: Lille –Burdeos (Francia)
  Burdeos (Francia)- Cascais (Portugal)
- Sábado 12 de mayo: Cascais (Portugal) – Reus (España) (vuelo del accidente)

Tras su llegada a Cascais el jueves 10, la aeronave fue repostada con 151 l de combustible[2] y no registró ninguna actividad hasta el sábado. El sábado 12 de mayo, en el aeropuerto de Cascais se presentó un plan de vuelo para realizar un vuelo entre Cascais y Reus, bajo reglas de vuelo visual (VFR), de una duración estimada de 4 h, a 150 kt de velocidad y a nivel de crucero FL115. La autonomía era de 5 h 30 min de vuelo y el aeropuerto alternativo seleccionado era Sabadell (LELL).

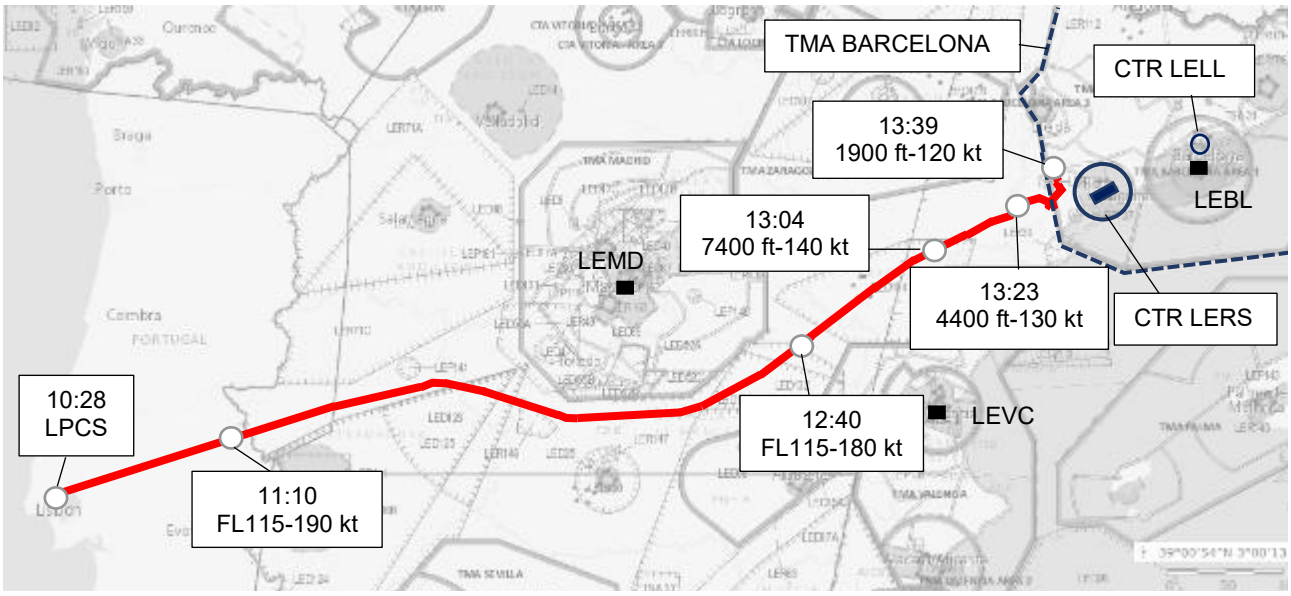


Figura 1. Trayectoria completa

[2] Información proporcionada por la empresa suministradora de combustible del aeropuerto.

La aeronave despegó a las 10:28. A las 11:10, la aeronave volaba a FL115 y 190 kt[3] y fue transferida a ACC Madrid. Se mantuvo a esta altitud hasta las 12:40 en que empezó a descender. A las 13:04 fue transferida a ACC Barcelona estando a 7400 ft y 140 kt.

A partir de este momento se produjeron dos eventos: el cambio de condiciones meteorológicas en el aeropuerto de destino y la notificación de un problema con el motor.

Empeoramiento de condiciones meteorológicas:

A las 13:24, la aeronave se encontraba a 4400 ft y 130 kt, y se le comunicó que Reus, su aeropuerto de destino, estaba en condiciones IMC. La aeronave notificó que iría al alternativo, Sabadell, siguiendo la línea de costa (marcada en línea discontinua roja en la figura 2). A pesar de que ATC le comunicó que no podía realizar este trayecto porque atravesaba el espacio aéreo asociado al aeropuerto de Barcelona, la aeronave reiteró hasta en tres ocasiones sus intenciones iniciales. Finalmente, en comunicación con TWR Reus, el piloto cambió de opinión y solicitó guiado vectorial.

A las 13:29 la aeronave se encontraba de nuevo en contacto con ACC Barcelona que, para dirigirle hacia el Norte, le dio instrucciones de ascender a FL70 y modificar su rumbo a 040º. A las 13:31 la aeronave iniciaba un ascenso.

Durante 3 min, entre las 13:31 y las 13:34, la aeronave ascendió en rumbo norte desde los 4400 hasta los 6400 ft.

Notificación de problema en el motor:

A las 13:34, la aeronave notificaba que necesitaba descender porque tenía problemas con el motor (*"we have trouble with the engine"*). Además de esta comunicación inicial, la aeronave realizó tres más, cada una de ellas de mayor gravedad que la anterior, hasta indicar que no tenían motor (*"loss of engine power"*).

La aeronave volvió a solicitar vectores radar hasta el campo más cercano, indicándole el controlador que Reus, a 22 NM, era el más cercano. La aeronave contestó que no llegarían a Reus y solicitó nuevamente un campo donde aterrizar. La última comunicación de la aeronave, entrecortada, se produjo a las 13:38 con el siguiente contenido: *"I…road… below"*. La última trazar radar se registró a las 13:39 y situaba a la aeronave a 1900 ft y 90 kt.

[3] Todos los datos de velocidades se refieren a velocidad respecto al suelo (GS) obtenidos de la traza radar.

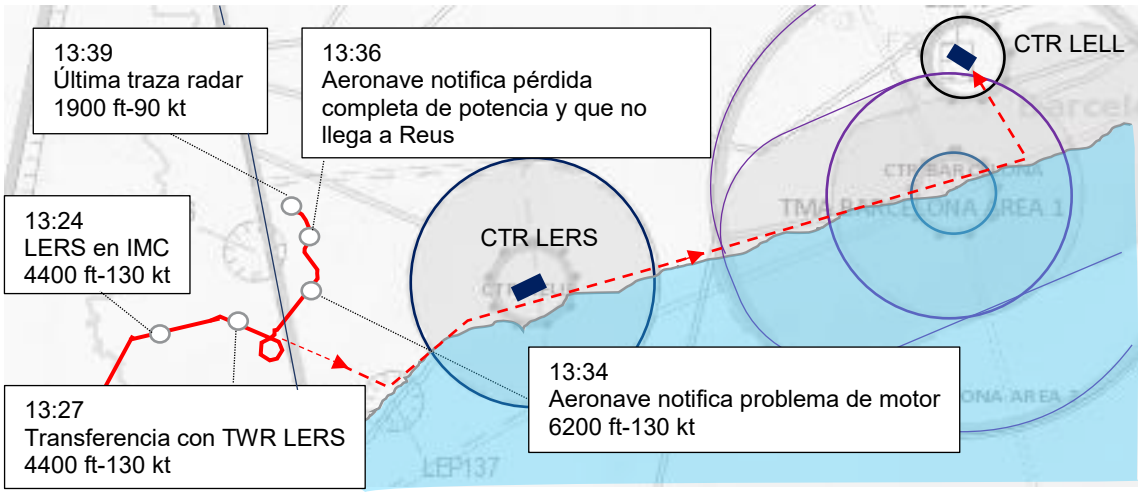


Figura 2. Trayectoria desde las 13:23

La aeronave impactó contra el terreno en una zona montañosa perteneciente al término municipal de Flix (Tarragona), en el punto kilométrico 9,5 de la carretera T2237. Este punto se encontraba 2,9 km al sur de la última traza radar. Tras el contacto con el terreno la aeronave sufrió un incendio que fue visto por un matrimonio que viajaba por la carretera T2237 y que dio aviso al 112. Las tres personas a bordo fallecieron en el accidente.

Figura 3. Posición de la aeronave respecto a la carretera T2237

Figura 4. Aeronave en posición invertida y quemada, tras el accidente

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos	1	2	3	
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos				
TOTAL	1	2	3	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó destruida como consecuencia del impacto y del incendio posterior. Se encontró en posición invertida y el motor se había separado por completo de la aeronave. Los extremos de los planos derecho e izquierdo se encontraron separados del cuerpo principal de la aeronave, siendo estos los únicos elementos que no estaban afectados por el fuego.

1.4. Otros daños

Se incendió una superficie de árboles y matojos correspondiente a 150 m^2 alrededor de la aeronave.

1.5. Información sobre el personal

La persona que figuraba como piloto al mando en el plan de vuelo y que ocupaba el asiento delantero izquierdo tenía 61 años de edad y era de nacionalidad alemana. Contaba con una licencia de piloto comercial de avión (CPL) emitida por la autoridad de aviación civil de Alemania. Tenía en vigor las habilitaciones para el vuelo por instrumentos (IR) válida hasta el 31/05/2018 y la de instructor (FI) de piloto privado, monomotor y vuelo nocturno válida hasta el 31/10/2019.

Según la información proporcionada por uno de los propietarios, el piloto acumulaba alrededor de 2000 h de experiencia total y 1000 h de experiencia en la aeronave Mooney, habiendo sido copropietario anteriormente de una aeronave del mismo modelo. Además, había volado en la aeronave accidentada como piloto de seguridad acompañando a los últimos propietarios que, tras la compra, acordaron recibir instrucción para familiarizarse con la aeronave.

Los dos pasajeros, sentados en los asientos delantero derecho y trasero izquierdo eran de nacionalidad alemana y tenían 61 y 64 años, respectivamente.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Mooney M20K, S/N 25-1227 había sido fabricada en el año 1990. En el año 2008 había sido comprada por los últimos propietarios, de nacionalidad alemana, que la habían matriculado como D-ETFT[4] . En el momento del accidente llevaba instalado un motor continental de seis cilindros TSIO-360 MB-Spec 1, S/N 317241. Estaba equipada para realizar vuelos IFR.

La aeronave estaba basada en el aeropuerto de Mainz-Finthen (Alemania). Uno de los propietarios de la aeronave se la había dejado al piloto para realizar un vuelo vacacional con dos amigos. Desde su matriculación en Alemania, la aeronavegabilidad había estado gestionada por una organización CAMO (DE.MG.1007).

1.6.1 Datos extraídos del Manual de Vuelo

El *Manual de Vuelo*, proporcionado por el propietario, incluía los siguientes datos de interés para la investigación. Los procedimientos relacionados a continuación no están completos:

- Peso máximo al despegue: 1315 kg.
- Cantidad total de combustible: 298 l de los cuales utilizables son 286 l.
- La envergadura y altura de la aeronave son 10,99 m y 2,54 m, respectivamente.
- Procedimientos de emergencia:
    - Velocidad para el planeo máximo (1315 kg): 87 kt.
    - Gráfica de distancia máxima de planeo en función de la altitud sobre el terreno (1315 kg): para 5600 ft, aproximadamente 11 NM.
    - Carrera de aterrizaje (para las condiciones del vuelo): 690 m.
    - Velocidad en el caso de pérdida de potencia: 85 kt.
    - En caso de no poder arrancar el motor y tener fuego en él, realizar un aterrizaje de emergencia sin potencia POWER OFF LANDING:

[4] Anteriormente había estado operando en Reino Unido con la matrícula G-GJKK.

POWER OFF-GEAR RETRACTED OR EXTENDED

Emergency Locator Transmitter	ARMED
Seat Belts and Shoulder Harnesses	SECURE
Cabin Door	UNLATCHED
Fuel Selector	OFF
Mixture	IDLE CUTOFF
Magneto/Starter	OFF
Flaps	Full DOWN (33 Degrees)
Gear	DOWN or UP Depending on Terrain
Approach Speed	75 KIAS
Master	OFF, prior to landing

1.6.2 Historial de la aeronave los últimos tres años

En base a la información proporcionada por el propietario sobre el mantenimiento de la aeronave, se han estimado los siguientes datos antes del inicio del inicio del último vuelo:

- La aeronave acumulaba 2331 h.
- El motor acumulaba 50 h desde la última revisión general.
- La aeronave había renovado su certificado de aeronavegabilidad un mes antes, habiendo volado desde entonces 21 h.

fecha		horas aeronave	actuación sobre la aeronave
2015	28/05/2015	2221	Certificado de aeronavegabilidad
	29/05/2015	2221	Instalación de batería nueva
	12/06/2015	2221	Inspección de 50 h
2016	18/02/2016	2281	Inspección 100 h
	Febrero 2016	2281	Durante un rodaje hacia el hangar, la aeronave sufrió un impacto de la hélice con el suelo que llevó a la inoperatividad de la aeronave durante un año.
	28/05/2016	2281	No renovación del certificado de aeronavegabilidad debido a que la aeronave seguía en reparación
	27/07/2016	2281	Compra de una hélice triapala
	05/09/2016	2281	Revisión general (overhaul) del motor
2017	10/02/2017	2281	Instalación del motor, tras revisión general, en la aeronave Instalación de una hélice tripala[5] Instalación de nueva botella de oxígeno
	02/04/2017	2283	Certificado de aeronavegabilidad
	21/08/2017	2300	Instalación de un monitor JPM730 en cabina Instalación de inyectores GAMI Cambio de batería ELT
2018	04/04/2018	2310	Certificado de aeronavegabilidad

Esta modificación estaba amparada por un STC (*Supplemental Type Certificate*) de la autoridad de aviación civil de Alemania. Este STC establecía que esta hélice era adecuada para instalarse en este modelo de aeronave.

El historial de actividad de la aeronave durante los últimos tres años:

- consumo medio: 50 l/h
- actividad 2018: 21:46 h
- actividad 2017: 28:10 h
- actividad 2016: 00:22 h (debido a un impacto en la hélice durante un rodaje)
- actividad 2015: 95:23 h

1.6.3 Historial de la válvula de distribución de combustible (fuel manifold valve)

La línea de distribución del combustible (*nozzle distribution line*) que se encontró rota (apartado 1.16.2) tras el accidente conectaba la válvula de distribución de combustible (*fuel manifold valve*) P/N 646508-4A10M S/N K238801C con el inyector del cilindro 3. El mantenimiento de las líneas de distribución es "as required". Su reparación o reemplazo se determinará durante las inspecciones periódicas del motor de 50 h, 100 h y anual, o como consecuencia de la detección de problemas asociados al sistema de combustible y más concretamente, del distribuidor.

En este sentido, el fabricante había incluido como parte de las comprobaciones periódicas, el boletín de servicio SB95-7 Fuel Flow Divider Leaks que tenía como como objeto la inspección de fugas de combustible.

El mantenimiento del sistema de combustible y, como parte de él, de la válvula de distribución de combustible fue el siguiente:

- El 25/07/2016 se firma un ARC (*authorised release certificate*) por parte de Great Planes Fuel Metering Inc, en EEUU, certificando el *overhaul* del distribuidor de combustible P/N 646508-4A10M S/N K238801C, que se había realizado por el centro autorizado de reparación Certified Engines Unlimited Inc. Esta empresa, además de estar aprobada por la FAA, tenía también aprobación EASA (EASA.145.4301).
- El 05/09/2016 se firma un ARC por parte de Nikolaus Ghönert GmbH DE.145.0047 en Alemania, certificando el *overhaul* del motor TCM TSIO-360-MB Spec 1 S/N 317241.
- El 10/02/2017 se instala en la aeronave este componente, junto con el motor. El tiempo entre revisiones generales es de 1800 h.
- El 02/04/2018, tras 29 h desde su instalación, se realiza una comprobación de fugas en el distribuidor de combustible como parte del boletín de servicio SB95-7 Fuel Flow Divider Leaks. Este boletín se aplica cada 100 h o doce meses.
- El 12/05/2018 ocurre el accidente tras 50 h de operación del sistema de combustible desde su última revisión general.

En la documentación recopilada durante la investigación no consta ningún problema detectado en las líneas de distribución de combustible. En las consultas realizadas al fabricante sobre casos similares, la información proporcionada es que desde el año 2011, año de funcionamiento de sus bases de datos, no constaba ningún problema similar.

1.7. Información meteorológica

1.7.1 Condiciones meteorológicas en el lugar del accidente

La situación meteorológica general en la zona del accidente muestra que había un frente activo saliendo por el noreste peninsular que se pronosticó en los mapas significativos de baja cota. AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) ha estimado las siguientes condiciones meteorológicas en el lugar del accidente en base a las mediciones de tres estaciones cercanas[6] y las imágenes de teledetección:

- Viento de componente sur en torno a los 10 km/h con valores máximos en algunos momentos cercanos a los 40 km/h.
- Nubosidad abundante.

1.7.2 Condiciones meteorológicas previstas

Las observaciones meteorológicas (METAR) y pronósticos (TAF) en el aeropuerto de destino (Reus) emitidos antes y durante el vuelo mostraban la siguiente situación:

- Observaciones antes del despegue. Las observaciones en Reus indicaban una visibilidad de 8000-9000 ft, y viento variable de hasta 7 kt. En el momento del despegue el techo de nubes estaba en 2800 ft, compatibles con el vuelo visual, aunque horas antes había estado en 500 ft, por debajo de los mínimos para VFR.
- Observaciones durante el vuelo. Desde las 12:30 la situación en Reus no cumplía con los requisitos para el vuelo visual (visibilidad 5000 m y techo de nubes 1500 ft). Este empeoramiento se mantuvo hasta bastante tiempo después del accidente. De hecho, se emitieron cuatro informes SPECI[7] entre las 12:30 y las 14:00 para informar de las siguientes condiciones:

    - Disminución de la visibilidad hasta los 1500 m.
    - Aparición de neblina y lluvias débiles.
    - Aparición de cumulonimbos, aumento de la nubosidad y descenso del techo de nubles.
    - En concreto, el SPECI de las 13:21 indicaba que el techo de nubes (BKN) estaba a 600 ft y que la visibilidad era de 1500 m, en el límite de las condiciones para el vuelo visual especial (visibilidad 1500 m y techo de nubes 600 ft).

[6] Cabacés (11 km al este-noreste), Massaluce (20 km al oeste-suroeste) y Rasquera (25 km al sur).
[7] Informe especial de observación que destaca cambios significativos respecto al último informe publicado.

- Pronósticos de aeródromo antes del despegue. Antes del despegue se emitieron dos informes TAF, a las 02:00 y las 08:00. En ambos se pronosticaba con un 30-40% de probabilidad un empeoramiento en las condiciones en Reus durante todo el día:
  - disminución de la visibilidad a 3000 y 2000 m.
  - techo de nubes entre 800 ft y 3000 ft.
  - presencia de bruma, lluvia, chubascos y tormentas.
  - aparición de *cumulonimbus* y aumento de capas de nubes.

El mapa de fenómenos esperables en ruta de baja cota (mapa SIGMET hasta FL150) que afectaba a la franja horaria en que se realizó el vuelo[8] mostraba un empeoramiento de las condiciones respecto al mapa SIGMET anterior y pronosticaba el empeoramiento que, efectivamente, se produjo:

- oscurecimiento de las montañas.
- visibilidad entre 1000 y 5000 m.
- lluvia sin poder precisar la altitudes, chubascos y tormentas con cumulonimbus embebidos entre las nubes desde los 2000 ft hasta una altitud desconocida.

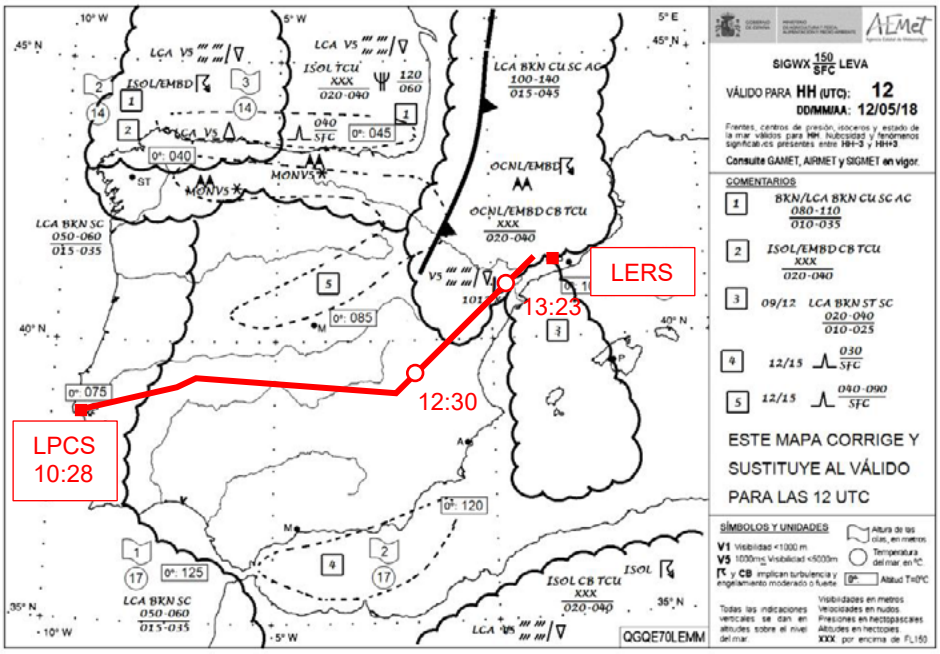


Figura 5. SIGMET de las 12 UTC emitido a las 05:00 UTC de aplicación para el vuelo

El prestador del servicio de la oficina meteorológica del aeropuerto de Cascais confirmó que el piloto no había realizado ninguna consulta o petición en relación con la meteorología esperable en el trayecto o en los aeropuertos de destino y alternativo. No obstante, existen otros medios (internet) para obtener esta información.

[6] SIGMET de las 12 válido entre las 9:00 y las 15:00. Este mapa se elaboró a las 00:00 del día 12/05/2018 y se emitió a las 05:00 UTC, cinco horas antes de iniciarse el vuelo.

1.8. Ayudas a la navegación

En este apartado se presenta integrada toda la información (comunicaciones y radar) registrada por los servicios de control de tráfico aéreo, para proporcionar una descripción más comprensible del vuelo. Estos registros constituyen la única fuente de información sobre el desarrollo del vuelo

El vuelo fue registrado por los servicios ATC durante 3 h 11 min, entre las 10:28 y las 13:39:05. El desarrollo del vuelo en las primeras 3 h de vuelo (entre las 10:28 y las 13:23) se ha incluido en el apartado 1.1 Antecedentes del vuelo, y se desarrolló sin incidencias. Este apartado se centra en el vuelo desde las 13:23, por ser el momento en que se comunica a la aeronave que Reus, su aeropuerto de destino, está en condiciones IMC.

1.8.1 Vuelo entre 13:23 -13:31: intención de ir al alternativo LELL por la costa

Las comunicaciones en estos momentos iniciales fueron las siguientes:

Hora UTC	Estación	Comunicación
13:24:26	ACC	DETFT Barcelona.
13:24:30	D-ETFT	DETFT go ahead.
13:24:32	ACC	DFT IMC conditions at Reus, report instructions.
13:24:38	D-ETFT	(ininteligible) Sabadell, so we have to go to Sabadell. The latest weather for Sabadell is available?
13:24:51	ACC	I will call you back with that information in a minute.

Segundos después, la aeronave preguntaba por la posibilidad de ir por la costa hasta Sabadell. A pesar de ser imposible realizar este recorrido (ver apartado 1.18.2) como le explicó el controlador, la aeronave reiteró su intención de ir por la costa:

Hora UTC	Estación	Comunicación
13:25:26	D-ETFT	DETFT is approved to follow the costline?
13:25:33	ACC	DFT I am afraid not. You would have to avoid the Barcelona Terminal Area, sir. It´s… I mean you could follow the coastline until 30 miles before BCN, sir.
13:25:50	D-ETFT	Ok, we´ll be turning right to the coastline right now, DETFT.
13:26:41	ACC	DFT I confirm Sabadell is open. Ceiling is 2000 ft, 2500 ft.
13:26:48	D-ETFT	(ininteligible) and we will descend below the Barcelona airspace in… we reach the coastline.

La aeronave era transferida a Reus a las 13:27:25, a la que volvería a transmitir por tercera vez su intención de seguir la línea de costa. Sería esta dependencia la que le haría cambiar de opinión sobre su trayectoria prevista. El piloto que tenía habilitación IR, preguntó por la posibilidad de entrar en IFR, pero pareció desestimar esta posibilidad:

Hora UTC	Estación	Comunicación
13:27:35	TWR LERS	I have bad news for you, we have instrumental flight conditions at Reus, so we can not accept visual flights.
13:27:46	D-ETFT	OK, is IFR (ininteligible) possible?
13:27:50	TWR LERS	Could you say that again?
13:28:52	D-ETFT	Ok, we have to decide to divert to Sabadell. It´s Ok, and we are turning right for the shoreline and then we descend below the… the Barcelona airspace and then to Sabadell.
13:28:08	TWR LERS	Ok, you would have to stay outside Reus CTR and over the sea 12 miles outbound Reus, which is quite deep into the sea. You need to mantain maximun 2000 feet (*altitud del sector VFR*). Do you think you´ll be able to do that with the clouds? You´re gonna have to cross the clouds.
13:28:29	D-ETFT	Ok, sounds not so good. So we should avoid to the north. Any radar vectoring available from your side?
13:28:39	TWR LERS	I can´t. You need to contact Barcelona see if they can help you.

La aeronave contactaba de nuevo con ACC Barcelona solicitando guiado radar por parte del controlador. El controlador, intentando llevar a la aeronave hacia el Norte la instruyó a virar a rumbo 040º (motivo por el cual la aeronave realizó un 360º) y ascender hasta FL70. Estas instrucciones finalizaron a las 13:31:11 y fueron colacionadas por la aeronave que, segundos después, iniciaba el ascenso. Durante todo este tiempo (13:23 a 13:31) la aeronave se mantuvo a 4400 ft y 130 kt.

1.8.2 Vuelo entre 13:31:50 -13:34:50: ascenso

Tras colacionar las instrucciones de ATC, la aeronave ascendió durante 3 min ganando 2000 ft, desde los 4400 a los 6400 ft. Mantuvo un régimen de ascenso medio de 623 fpm y el rumbo fue de 35º.

1.8.3 Vuelo entre 13:34:59 -13:39:05: notificación de la emergencia y descenso

A las 13:34:59, la aeronave aprovechaba una llamada de ACC para comunicar problemas con el motor y la necesidad de descender. La aeronave se encontraba a 6200 ft, a 130 kt y había virado hacia la izquierda, a rumbo nor-noroeste. Realizó un total de cuatro notificaciones en relación al problema de motor, cada una de ellas con mayor gravedad que la anterior. El controlador decidió enviarle de nuevo a Reus, a 22 NM, ante lo cual la aeronave informó que no llegaba.

Hora UTC	Estación	Comunicación	Altura sobre el terreno
13:34:53	ACC	DETFT Barcelona.	
13:34:59	D-ETFT	(ininteligible) we have trouble with the engine. We have to descend.	5600 ft
13:35:10	ACC	Roger, what are your intentions sir?	

13:35:14	D-EFTF	Descending and we (ininteligible) down to the…	
		…try to…	
		We have smoke from the cowling so, eh, is there any radar vector to the next field? We would appreciate vey much.	3923 ft
13:35:43	ACC	DFT you need any radar vectors to any field confirm?	
13:35:50	D-ETFT	Yes, and we have…. We have trouble… no engine power. Loss of engine power.	3467 ft
13:36:08	ACC	DTFT turn right heading 100º direction to Reus.	
13:36:23	D-ETFT	How many miles to Reus?	
13:36:35	ACC	It´s 22 miles.	
13:36:39	D-ETFT	Negative, no chance.	
13:36:47	D-ETFT	No chance to Reus, we have totally loss of power.	2920 ft

La aeronave solicitó un campo más cercano. ACC le indicó que el más cercano es Reus, a la vez que se iniciaron comunicaciones por parte del supervisor de sala para buscar alternativas.

Hora UTC	Estación	Comunicación	Altura sobre el terreno
13:37:01	D-ETFT	So we have to look for an airfield anyway.	
13:37:10	ACC	Roger sir, we are looking for an alternative here but Reus is the nearest to your position.	
13:37:18	D-ETFT	No chance for Reus, no chance.	2177 ft

El controlador en un intento de poder ofrecer una solución, sugería una autopista, alternativa que fue aceptada por la aeronave a juzgar por su última comunicación.

Hora UTC	Estación	Comunicación	Altura sobre el terreno
13:38:24	ACC	DFT There should be a motorway in the area from Reus to Lleida, do you have any roadmapas available?	
13:38:41	D-ETFT	…OK I (ininteligible) road… eh …. Below *(se encontraba a 530 m del km 13 de la carretera T2237)*	1250 ft
13:39:05		Última traza radar	893 ft

1.8.4 Vuelo entre 13:39:05 y el contacto con la carretera a las 13:40

La última traza radar válida se registró a las 13:39:05 y en ella la aeronave estaba a 893 ft sobre el terreno. Suponiendo que la aeronave mantuvo la última velocidad registrada de 90 kt[9] hasta el momento del impacto, se estima que el contacto con el terreno se pudo producir 62 seg[10] más tarde, a las 13:40:07.

[9] Manual de vuelo: Velocidad de máximo planeo: 87 k.
Manual de vuelo: Velocidad en caso de fallo de motor: 85 kt.
Manual de vuelo: Velocidad de aproximación para toma sin motor: 75 kt.
[10] Considerando 75 kt de IAS se tardarían 75 s de en recorrer la distancia hasta el impacto, por lo que éste se habría producido a las 13:40:20.

Durante este último minuto hasta el impacto, la aeronave descendió 100 ft ya que la elevación de la carretera era de 238 m (793 ft), lo que supone que este último descenso se realizó a un régimen de -100 fpm. La figura 6 presenta, sobre el terreno, la trayectoria durante los dos últimos minutos de vuelo. En algunos puntos significativos se ha marcado la altitud, la altura sobre el terreno entre paréntesis y la velocidad GS.

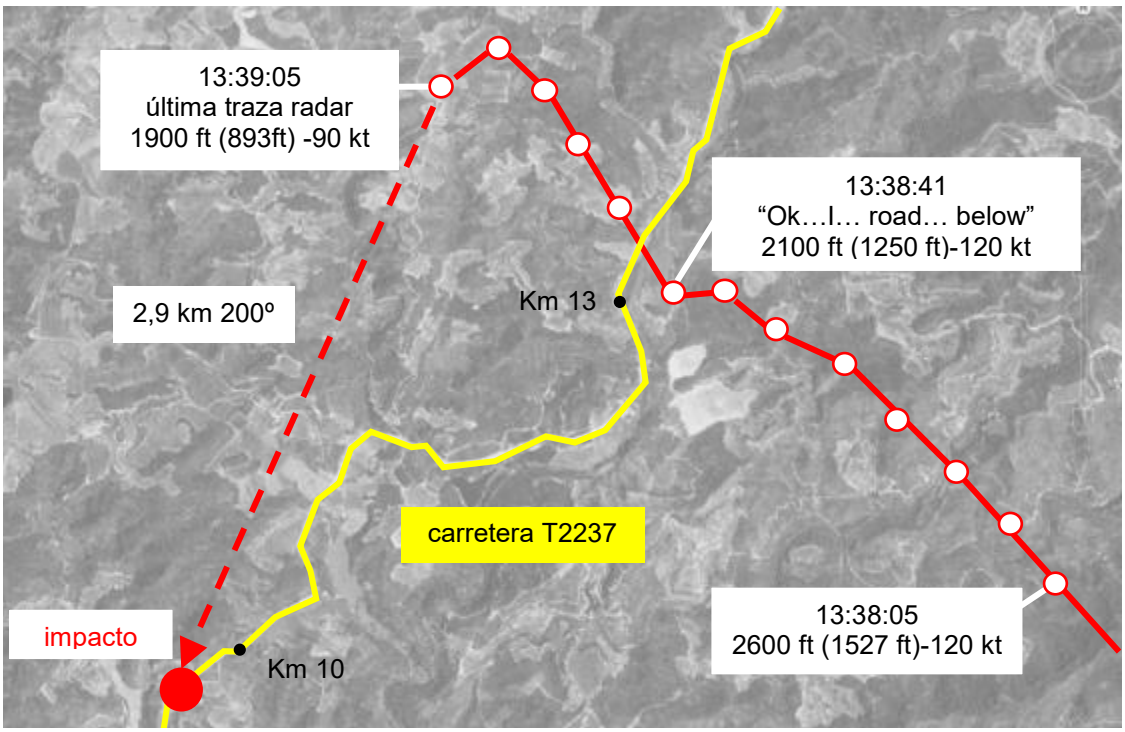


Figura 6. Vuelo desde las 13:38:05 (entre paréntesis altura sobre el terreno)

1.8.5 Perfil de vuelo desde la emergencia hasta el accidente

La figura 7 presenta el perfil de vuelo de la aeronave desde que notificó el problema con el motor hasta que tuvo el contacto con la carretera. La distancia total recorrida fue de 9,5 NM. Se presenta la velocidad respecto al suelo GS (gris), la altitud (rojo) y el régimen de descenso (azul). Además de estos tres valores la gráfica incluye:

- Unas marcas horizontales y un sombreado en color marrón representando la elevación del terreno en los momentos más significativos.
- Las comunicaciones más relevantes emitidas por la aeronave.
- Una estimación del descenso realizado desde el último eco válido hasta la toma de contacto.

Las principales conclusiones que se observan son:

- Durante el primer minuto tras la declaración de la emergencia, la aeronave realizó un descenso muy pronunciado con un régimen que alcanzó casi los -2500 fpm en el que, además, la velocidad aumentó hasta los 140 kt. El margen sobre el terreno superaba los 4000 ft.

- Durante los siguientes tres minutos la aeronave disminuyó su velocidad vertical hasta situarse de forma estable en el entorno de -1000 fpm. La velocidad durante estos tres minutos osciló entre los 80 y 120 kt. El margen sobre el terreno fue superior a los 1000 ft.
- Los siguientes 30 seg, tras comunicar las palabras "carretera" y "debajo", la aeronave fue disminuyendo su velocidad vertical desde los -700 fpm hasta los -363 fpm registrados en el último eco. La velocidad en todo el tramo fue de 120 kt salvo en el último eco que fue de 90 kt, coincidentes con un cambio de rumbo de la aeronave hacia el sur, y por lo tanto, con viento en cara. El margen sobre el terreno fue superior a los 893 ft.
- El trayecto estimado hasta el final del descenso, como se indicaba anteriormente, debió durar 1 min a una velocidad en torno a los 90 kt y supuso un régimen de descenso de -100 fpm.

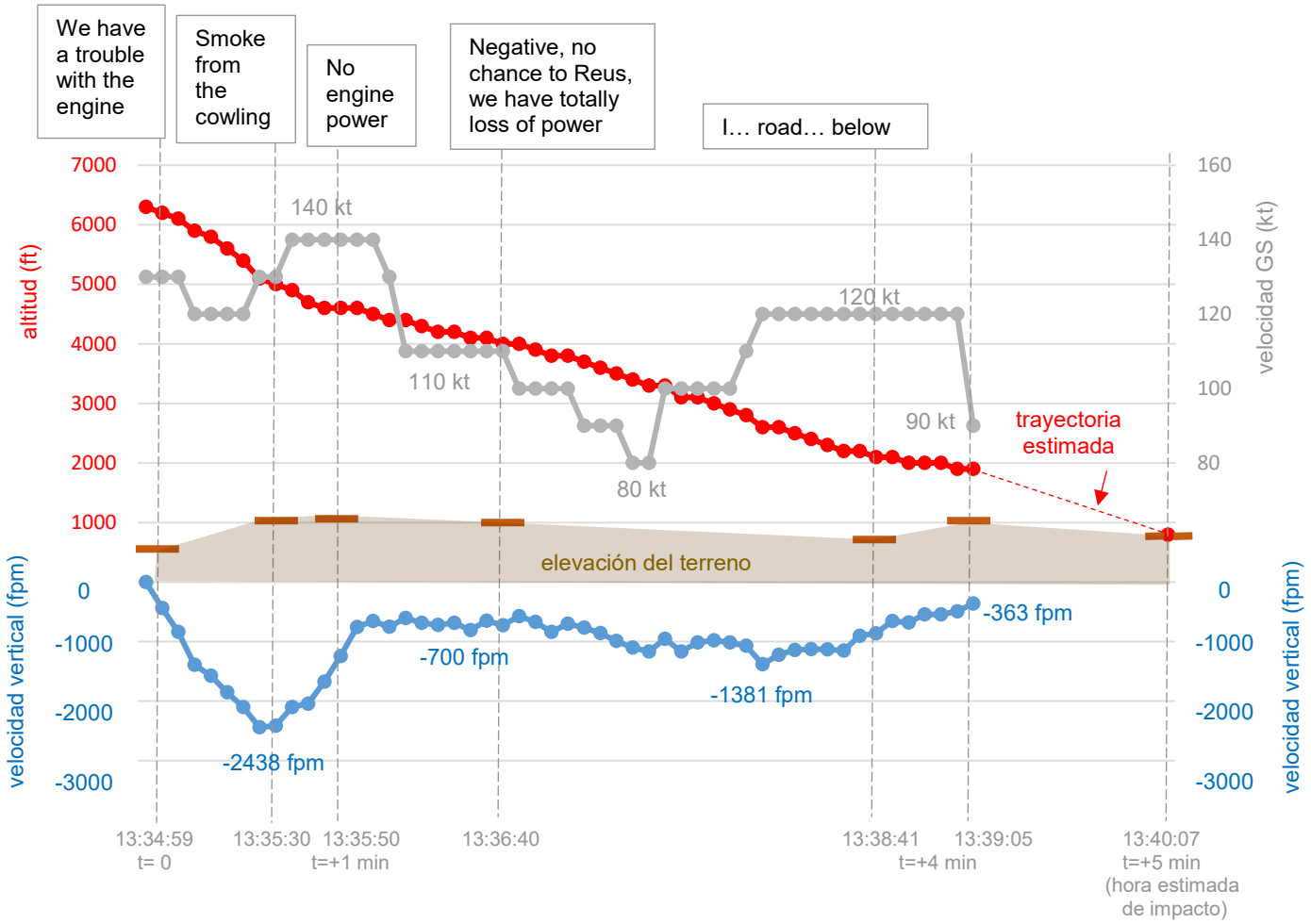


Figura 7. Perfil de vuelo desde la notificación del fallo de motor

1.9. Comunicaciones

La aeronave estuvo en comunicación radio con los servicios de control del ACC Madrid, ACC Barcelona y TWR Reus. La información más relevante respecto a estas comunicaciones se ha integrado en el apartado 1.1 y en el apartado 1.8.

1.10. Información de aeródromo

No aplicable.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no llevaba ningún registrador de vuelo por no ser preceptivo para este tipo de operación. De los dispositivos adicionales que había en la aeronave, el estado de deterioro tras haber sufrido un incendio intenso, no permitieron obtener ninguna información adicional.

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

La aeronave se encontró en una zona forestal, en el margen derecho[11] de la carretera T2237. La carretera, de 6 m de ancho (la envergadura de la aeronave era de 10,99 m), discurría en una zona con un desnivel a ambos lados de la carretera: en el margen izquierdo el terreno ascendía y en el margen derecho, donde fue encontrada la aeronave, el terreno descendía.

Figura 8. Distribución de los restos

El sentido de avance de la aeronave se ha determinado en función de la distribución de los restos y marcas encontrados y es el que se muestra en la figura anterior. Las marcas 1-4 tenían una orientación de 220º. Las marcas 4-7 tenían una orientación de 240º. La dispersión de los restos (distancia 1-7) era de 97 m.

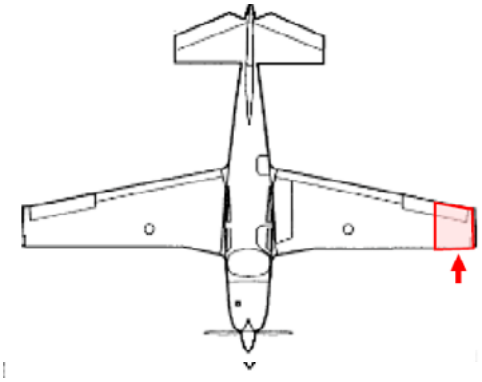
[11] Derecho en el sentido que se indica en la figura y que se ha determinado como de avance de la aeronave en función de la distribución de los restos encontrados.

La distribución de los restos era la siguiente:

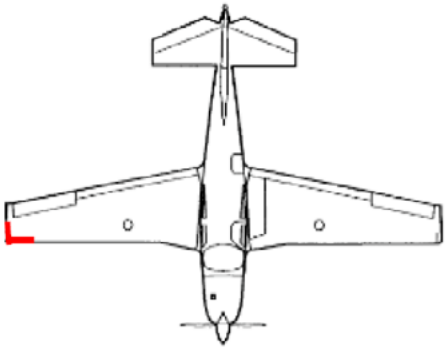
1 Un primer árbol (pino) al que le faltaban las ramas pegadas a la carretera T2237. Este punto, de 238 m de elevación, se ubicaba al final de un tramo recto de 300 m de orientación suroeste (234º). El árbol mantenía intacto el tronco y las ramas superiores. La altura de las ramas cortadas era de 8,5 m respecto a la carretera.

2 Un segundo árbol (pino) a 3 m del primero que había perdido también las ramas del lado de la carretera a una altura de 8,5 m.

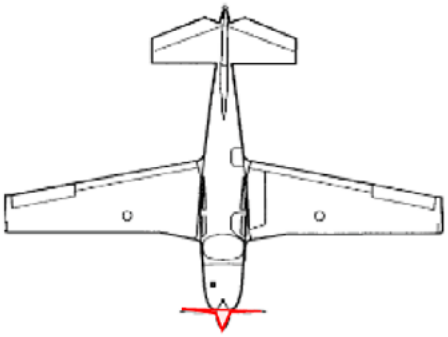
3 Ramas arrancadas de los árboles 1 y 2 depositadas en el margen izquierdo de la carretera y a continuación del último árbol. Las ramas desprendidas eran muy frondosas. Junto con estas ramas se encontraron dos piezas que formaban los 90 cm últimos del extremo del plano izquierdo. Se identificaba, a 45 cm del extremo del plano y en el borde de ataque, una deformación de forma circular y marcas de compresión a continuación. La otra zona de rotura presentaba una deformación hacia el extradós. Los restos hallados en esta zona no estaban afectados por el fuego y mantenían la pintura original.



4 A 67 m del punto 1 se encontraron marcas de rozamiento en el asfalto, con fragmentos pequeños de pintura azul y con una orientación prácticamente perpendicular al eje longitudinal de la carretera. Continuando esta marca en el asfalto, se identificaba un rozamiento similar en el quitamiedos. La elevación de este punto era 236 m. Se considera que fueron producidas con el extremo del plano derecho y que aquí se generaron las marcas y deformaciones encontradas en 6.

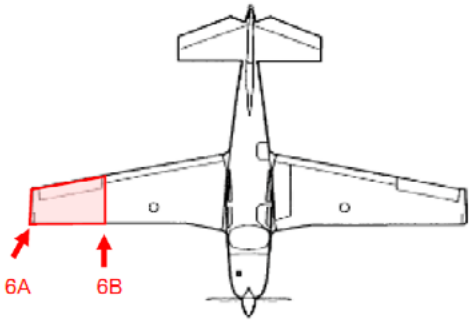


5 A 14 m de la marca 4, ya en el desnivel derecho, se encontraron restos de las palas y del spinner de la hélice enterrados. La elevación del terreno en este punto era de 235 m.

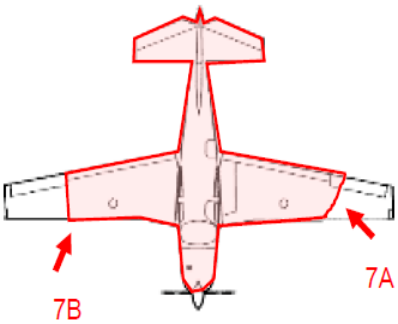


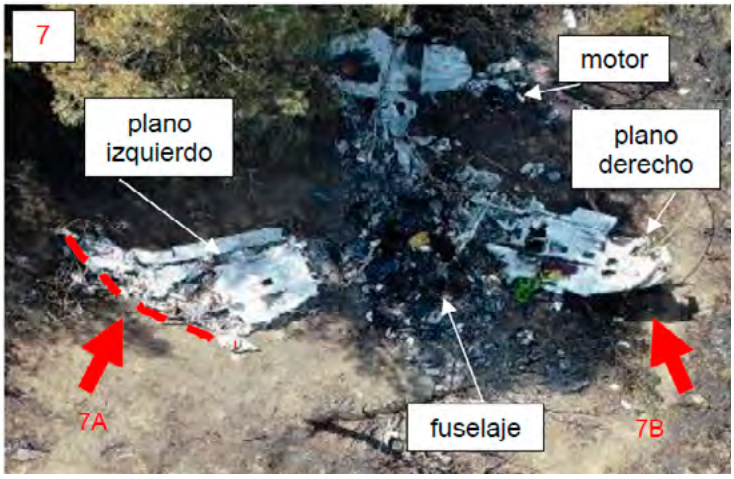
6 A 13 m de la marca 4 se encontró el extremo del plano derecho sin quemar, de 1,8 m de longitud, correspondiente al alerón. Presentaba las siguientes roturas y deformaciones:

- En el extremo del plano, en la zona del borde de ataque había una deformación intensa por compresión de delante hacia atrás (6A).
- En la zona de la unión con el resto del plano se identificaba una perforación en el plano entrando por el borde de ataque hacia el borde de salida (6B). El material en la zona de rotura se había deformado y tenía desgarros importantes. Toda la pieza presentaba deformaciones hacia el intradós.



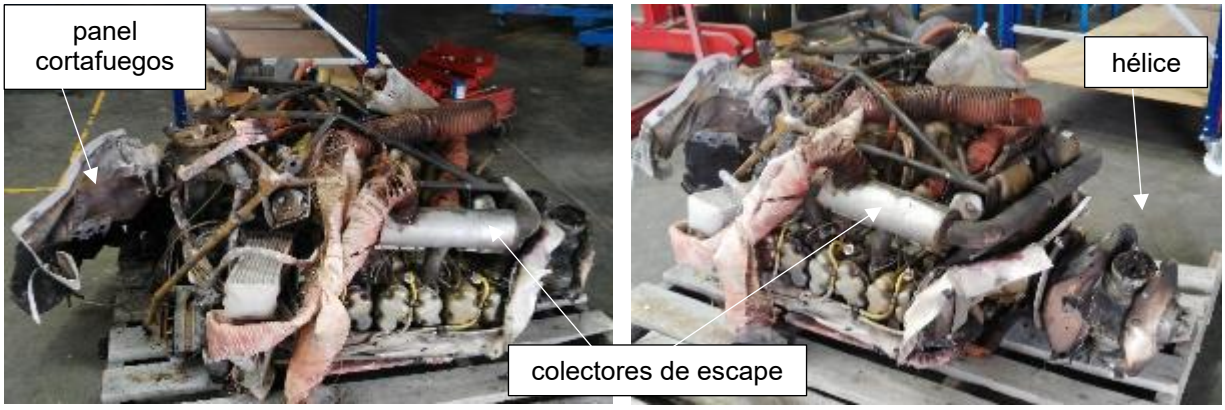
7 A 30 m de la marca 4, se localizaba la aeronave, completamente quemada y en posición invertida. Distaba de la marca 1 97 m. La elevación del terreno en este punto era de 231 m, 5 m por debajo de la carretera. El fuego había sido más intenso en la zona del fuselaje de la que no quedaba nada, a excepción de la estructura metálica. La orientación del fuselaje era norte (344º). El elevado grado de destrucción de la estructura no permitió identificar ningún la posición de ningún elemento o mando de control de la aeronave.





La estructura del plano derecho presentaba una deformación y torsión muy marcada en la zona del extremo del plano (7B). Toda la estructura de este plano estaba deformada hacia la parte del intradós y hacia atrás. Estas deformaciones concordaban con las encontradas en el extremo del plano que faltaba y que se encontró en la marca 6, en concreto a las identificadas como 6B. El plano izquierdo presentaba pérdida de material, así como signos de compresión y deformación a lo largo de más de la mitad del plano en sentido de entrada por el borde de ataque. El conjunto de cola permanecía unido al fuselaje y también había estado sometido al fuego.

El motor de la aeronave se había desprendido, y se encontraba en posición invertida entre el plano derecho y el estabilizador horizontal derecho. Presentaba marcas de fuego intenso en la parte trasera del motor y de menor intensidad en la zona delantera. Las deformaciones y el desplazamiento del panel cortafuegos, que estaba incrustado en la parte trasera del motor, las deformaciones en los platos de la hélice y la ausencia de deformaciones en la zona inferior del motor (por ejemplo, colectores de escape o turbocompresor) indicaban que las fuerzas principales a las que había estado sometida esa zona habían sido en sentido longitudinal hacia delante. El motor fue retirado y preservado para su desmontaje e inspección. Los resultados de la inspección se incluyen en el apartado 1.16.2.



1.13. Información médica y patológica

La identificación de las personas a bordo necesitó la realización de un estudio odontológico forense y permitió identificar que las tres personas a bordo ocupaban los dos asientos delanteros y uno trasero. El piloto al mando, o al menos, el que firmó en el plan de vuelo como piloto al mando se sentaba en el asiento delantero izquierdo. La autopsia determinó que el fallecimiento se produjo a las 15:42 hora local (13:42).

1.14. Incendio

La aeronave sufrió un incendio que afectó a toda la aeronave, a excepción de los extremos de los planos que se habían desprendido anteriormente (marcas 3 y 6 del apartado 1.12). Este incendio se mantuvo en el tiempo, ya que de hecho estaba todavía activo cuando llegaron los bomberos al lugar del accidente.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El accidente fue notificado a las 15:40 h local (13:40 UTC) a través del teléfono 112 por un matrimonio que viajaba por la carretera T2237 tras observar primeramente una columna de humo negra, restos de ramas arrancadas en la carretera y posteriormente identificar que se trataba de una avioneta en llamas.

Tras la llamada al 112, acudieron los servicios de bomberos, servicios médicos y Mossos d´Esquadra.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1 Entrevistas a testigos

Testigo 1: alrededor de las 15:40 hora local (13:40 UTC) el testigo 1 junto con su mujer circulaban por la carretera T2237 desde La Palma D'Ebre y Vinegre. Observaron una columna negra de humo y restos de ramas en mitad de la calzada. Se detuvieron, pensando que se trataba de un accidente de coche y comprobaron que era una avioneta. En un primer momento apareció humo negro y luego llamas. En vista de que no podían acercarse a la avioneta y proporcionar auxilio llamaron al 112 y esperaron hasta que llegaron los servicios de emergencia.

Testigo 2: declaró que alrededor de las 15:30 hora local (13:30 UTC), estando trabajando en una finca agrícola, le pasó una avioneta por encima en sentido Mora d'Ebre hacia Figuera. Indicó que sintió el ruido del motor de la avioneta, pero en ningún momento lo vio porque el cielo estaba muy nublado. Indicó que inicialmente el ruido del motor era normal pero que luego disminuyó y que finalmente escuchó 3-4 explosiones (algunas fuertes y otras débiles) separadas 3-4 segundos. Después de la última explosión dejó de escuchar el motor del avión. Se marchó a su domicilio y después de escuchar en las noticias el accidente de la avioneta llamó al 112.

La ubicación del testigo 2 es consistente con la trayectoria y el sentido de desplazamiento hacia el norte realizado por la aeronave. Se estima que la aeronave debió pasar por encima del testigo 2 entre las 13:34:55 y 13:35:30, justo en el momento en que notificaba a ATC que tenía problemas con el motor. En estos momentos la velocidad era de 130 kt y la altitud sobre el terreno era del entorno de los 5000 ft.

1.16.2 Inspección del motor

Los resultados de la inspección del motor continental TSIO-360 MB-Spec 1, S/N 317241 fueron los siguientes:

- Turbocompresor: desmontaje y comprobación del conjunto. Sin daños en turbina, sin daños en compresor, movimiento de giro libre y sin rozamientos. El eje entre rotores tenía aceite de lubricación, así como las tuberías de suministro y retorno de aceite. Se identificó una pequeña fuga de aceite en una de las juntas pero que no se considera de influencia en el funcionamiento del turbocompresor.
- Filtro de aceite: desmontaje y sección del filtro para inspección del elemento filtrante. No se observaron partículas. Vaciado de aceite para comprobar que el motor tenía aceite.
- Bujías: desmontaje e inspección. El estado de las bujías indicaba poco tiempo de uso. Ninguna presentaba estado defectuoso que hubiese podido influir en el funcionamiento del motor.
- Giro del cigüeñal: comprobación de giro. Una vez eliminado el roce de la polea que da movimiento al alternador, se comprobó que el cigüeñal giraba libremente y transmitía el movimiento a bielas, pistones y accesorios.
- Magnetos: comprobación de funcionamiento y desmontaje. Se escuchaba claramente el salto en las dos magnetos. El eje de ambas magnetos giraba libremente. La magneto izquierda presenta el interior destruido por alta exposición al fuego. La magneto derecha estaba también afectada por temperatura, pero se pudo comprobar que el ruptor abría y cerraba al girar el eje.
- Hélice: desmontaje e inspección del buje de la hélice. No se observaron marcas en los espárragos de sujeción de buje al árbol del motor ni en los orificios de la pestaña del árbol del cigüeñal. No había deformación entre la hélice y el motor.

- Admisión y control de combustible: desmontaje del conjunto múltiple del sistema de admisión y conjunto de válvula de mariposa-control de combustible. No se observaron obstrucciones en la admisión. La válvula de mariposa se movía al actuarla.
- Distribuidor de combustible y líneas de distribución a los inyectores: desmontaje e inspección. Cuando se inspeccionó el estado de este conjunto se identificó que la línea número 3 permitía un cierto movimiento en su unión con el distribuidor de combustible, mientras que el resto de tuberías no. Efectivamente, la línea de unión desde el distribuidor de combustible al inyector del cilindro nº 3 presentaba una fractura completa en la zona de unión de la tubería con el distribuidor de combustible. Todo el conjunto se desmontó y preservó para un análisis posterior.

Figura 9. Distribuidor del combustible y líneas de distribución

- Válvulas de cilindros: Inspección boroscópica. El estado de las válvulas de admisión de todos los cilindros indicaba poco tiempo de uso. Las válvulas de escape indican un funcionamiento de motor normal: las de los cilindros 2, 3, 4 y 5 tenían un color ligeramente rojizo en el centro y oscuro en el borde, mientras que las de los cilindros 1 y 6 se mostraban más oscuras.
- Cilindros: inspección boroscópica. El estado de los cilindros era aceptable, sin anomalías que reseñar.

1.16.3 Inspección del distribuidor de combustible y las líneas de distribución

El distribuidor de combustible (fuel manifold valve) es un cuerpo cilíndrico con 6 orificios, uno por cilindro. En cada uno de los orificios se inserta un tubo (*nozzle distribution line*), sujeto con una arandela, que dirige el combustible a presión desde el distribuidor hasta cada uno de los inyectores, en los cilindros del motor.

La línea, en cada uno de sus dos extremos, tanto el extremo que se inserta en el distribuidor como el que se une al inyector en el cilindro, finaliza con un elemento de mayor sección, denominado cabeza, unido al tubo por soldadura. En el caso del cilindro número 3, la cabeza de unión al distribuidor presentaba una fractura completa en una zona de cambio de sección.

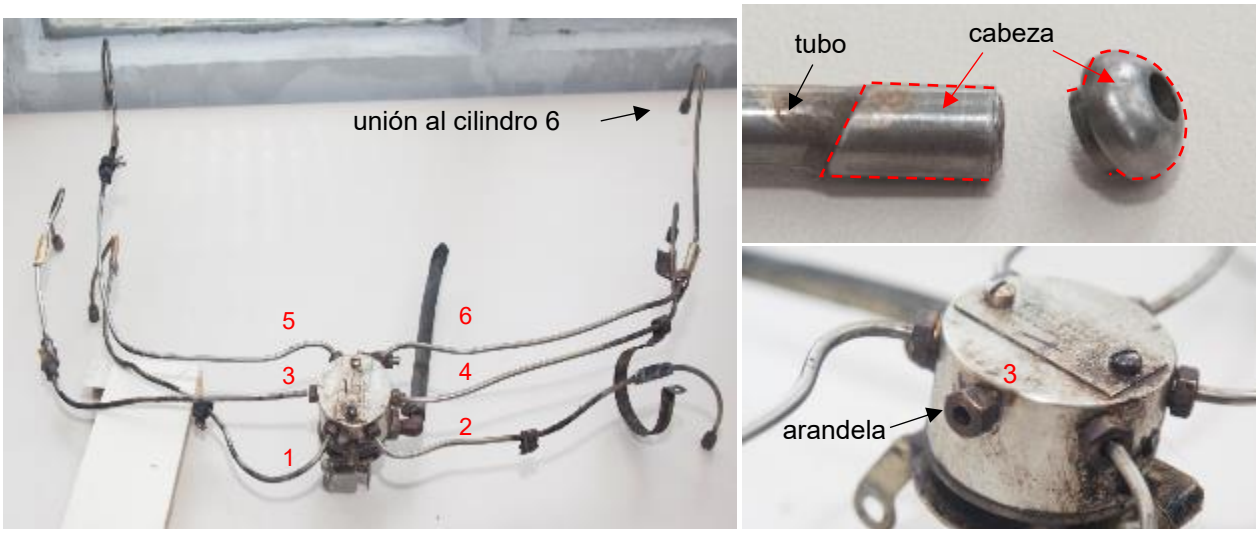


Figura 10. Distribuidor de combustible y líneas de distribución

Se realizaron análisis químicos, fractográficos y metalográficos. Las cabezas estaban constituidas por cristales de austenita con finas inclusiones de MnS, es decir un acero inoxidable de fácil mecanizado; el tubo presentaba una estructura de austenítica de granos maclado; y el material de aporte mostraba una estructura hipoeutéctica. La relativa alta dureza de la cabeza fracturada respecto al tubo indicaba un cierto grado de endurecimiento por acritud (posible estirado en frío o conformado por deformación plástica).

Análisis fractográfico:

La fractura se había producido en una pieza de conexión (cabeza) unida por soldadura al extremo del tubo. La superficie de fractura estaba orientada en dirección transversal al eje del tubo y no presentaba signos de desgarro o deformación plástica aparente. En gran parte de la superficie de fractura se apreciaban escalones radiales, que partían de la superficie interior de la pieza, con origen principal en una zona donde el espesor de la pared era de 0,18 mm. En el lado opuesto el espesor alcanzaba los 0,34 mm y se apreciaban signos de deformación plástica por aplastamiento de material, posteriores a la fractura.

En las observaciones realizadas mediante microscopía electrónica de barrido se apreciaba, además de escalones radiales, microescalones y microfacetas transcristalinas con aspecto de clivaje, característicos de un proceso de fatiga de alto número de ciclos. Todas estas marcas señalaban múltiples puntos de incubación en la superficie interior de la pieza. En la mayor parte de las regiones de incubación se apreciaban microcúpulas de desgarro y otros signos de deformación plástica del material previo a la fractura. En la zona final de la fractura se apreciaban signos de deformación plástica por aplastamiento del material producido posteriormente.

La figura 11 muestra imágenes de las superficies de fractura. La figura 11.A corresponde a la parte del tubo y la 11.B a la parte final donde aumenta la sección. Las figuras 11.B1 y 11.B2 son ampliaciones de la superficie de fractura 11.B. En las imágenes se identifica el inicio y el final de la fractura, la diferencia de sección y la dirección de propagación de la fractura.

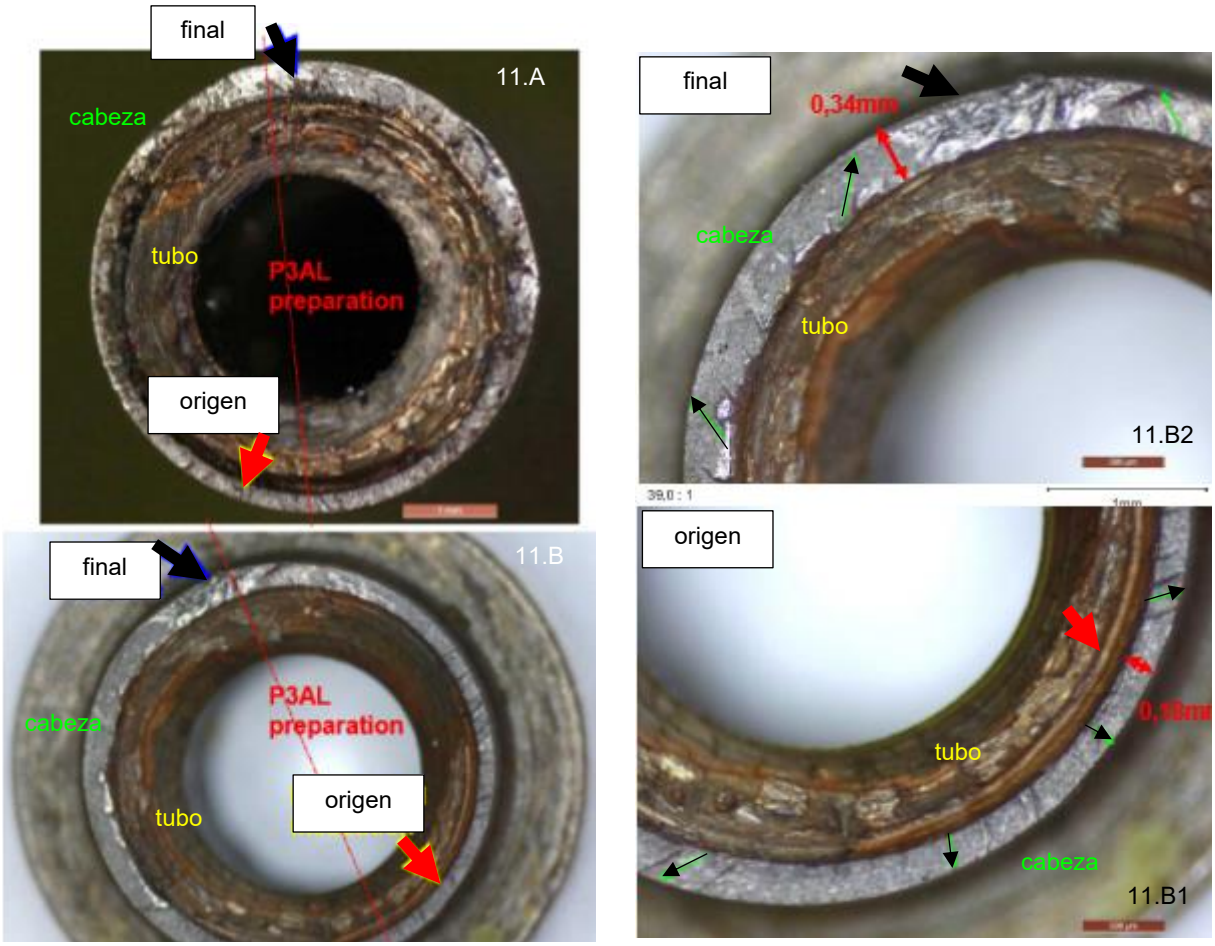


Figura 11. Superficies de fractura

<u>Análisis metalográfico:</u>

Se realizaron dos preparaciones metalográficas del tubo número 3: una en la zona fracturada y otra en el otro extremo del mismo tubo que no estaba fracturado, correspondiente a la unión con el cilindro.

El tubo presentaba una pared regular de aproximadamente 0,80 mm de espesor, mientras que en las cabezas el espesor variaba considerablemente:

- Extremo fracturado: 1,04-1,29 mm en la zona sin reducción de sección y 0,20-0,33 en la zona de reducción de sección.
- Extremo sin fracturar: 0,94-1,09 mm en la zona sin reducción de sección y 0,18-0,39 en la zona de reducción de sección.

En varias regiones de la superficie interior de las cabezas se apreciaban signos de deformación plástica y desgarro de material. Se apreciaban faltas de llenado por capilaridad del metal de aporte en amplias regiones de la unión soldada tubo-cabeza. Igualmente se identificaron pliegues en la superficie interior de las cabezas. En algunos casos, la falta de llenado coincidía con el cambio de sección de la cabeza.

La figura 12 muestra los resultados obtenidos al realizar la siguiente sección:

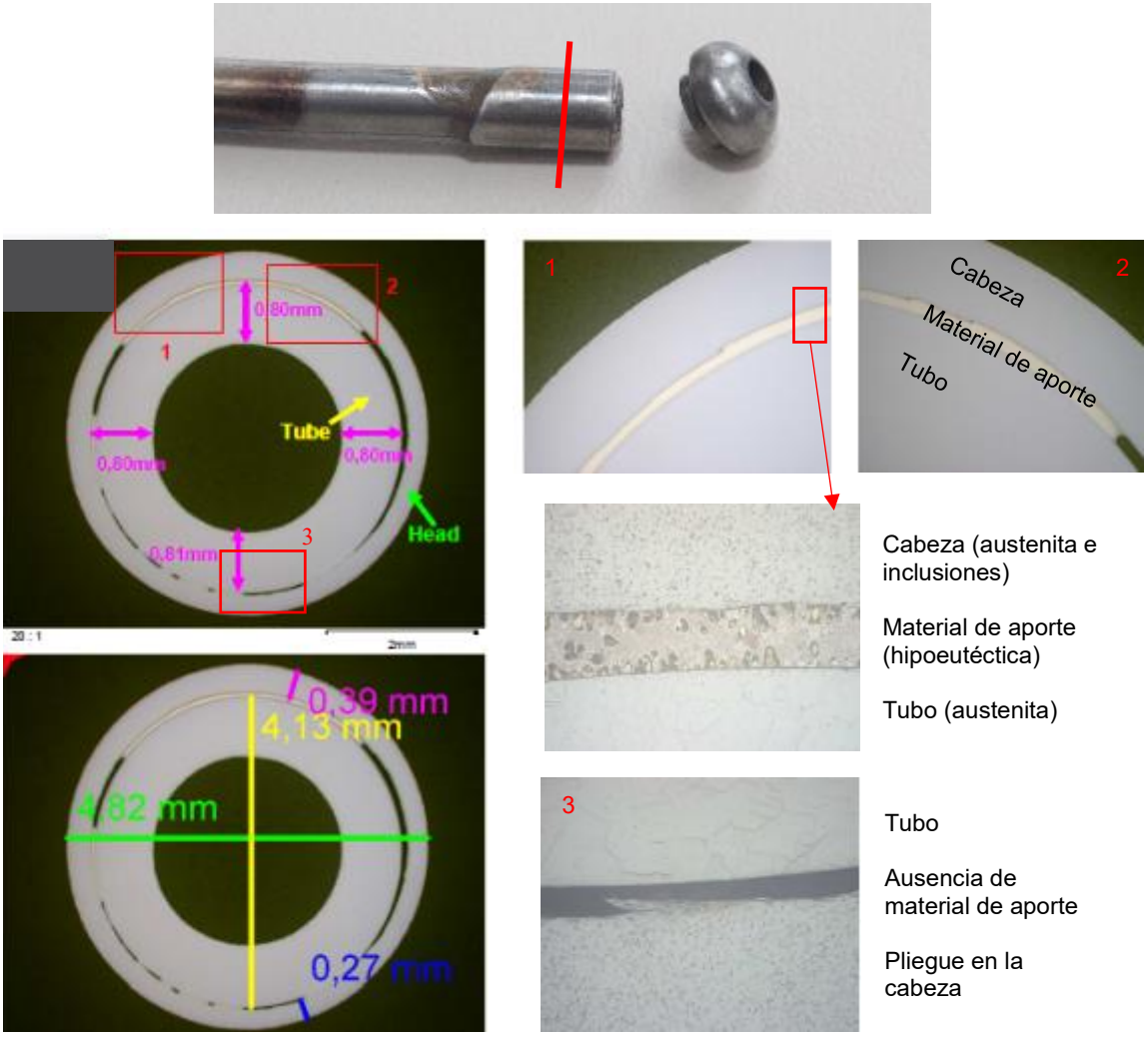


Figura 12. Sección trasversal en extremo fracturado de la línea 3

La figura 13 muestra los resultados al realizar una sección longitudinal en cada uno de los extremos: el fracturado y el no fracturado del tubo número 3. En estas secciones se identificaba también la falta e irregularidad de material de aporte en la unión cabeza-tubo así como las diferentes dimensiones.

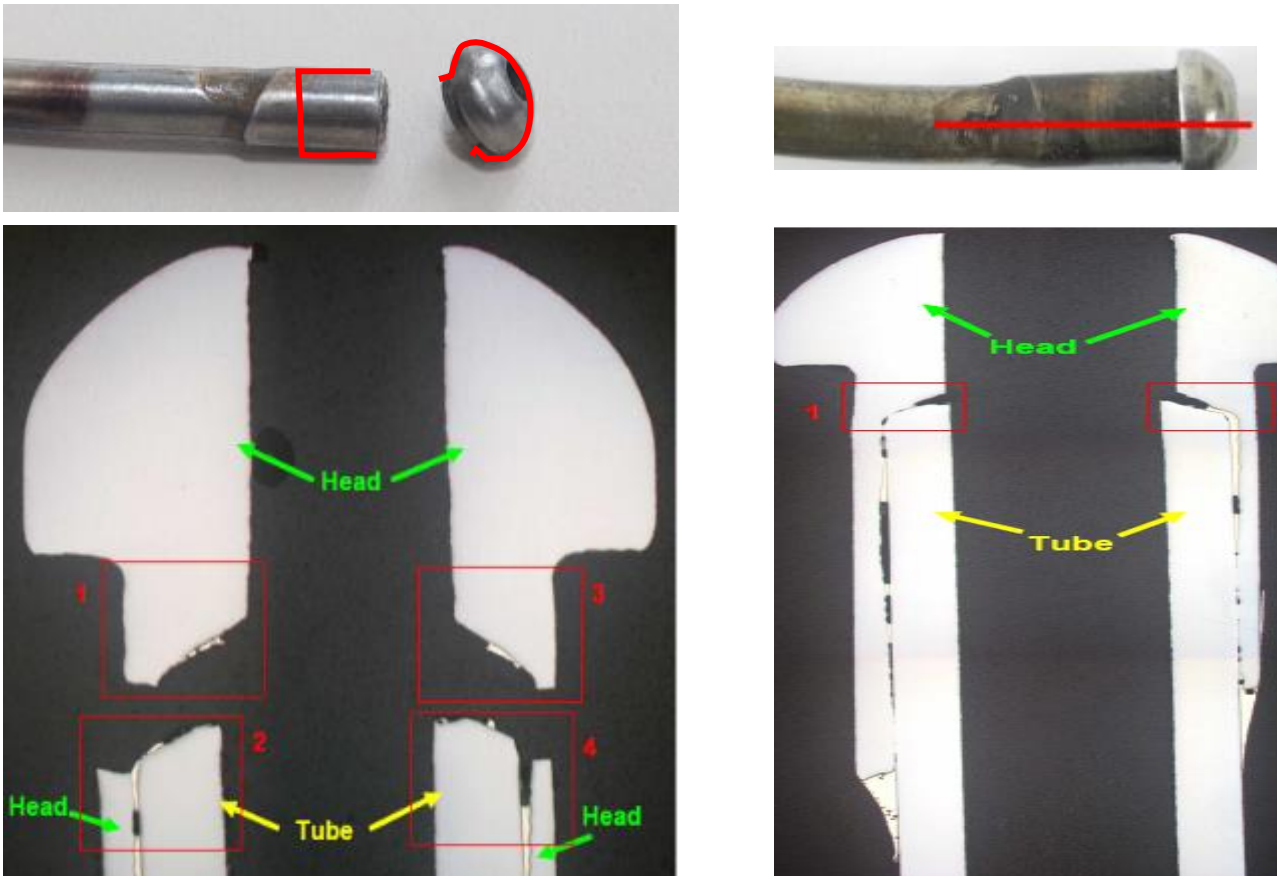


Figura 13. Sección longitudinal en los extremos fracturado y no fracturado de la línea 3

1.17. Información sobre organización y gestión

No aplicable.

1.18. Información adicional

Este apartado presenta información sobre la normativa aplicable a los vuelos VFR, sobre la viabilidad de realizar la trayectoria propuesta por la aeronave para llegar a Sabadell por la línea de costa y, por último, los aeropuertos más cercanos cuando la aeronave declaró la emergencia.

1.18.1 Normativa y reglamentación de vuelos VFR

A continuación, se incluyen algunos extractos de la normativa aplicable (RCA, AIP y SERA) a los vuelos que se realicen bajo reglas VFR desde la planificación del vuelo hasta las decisiones a tomar en vuelo.

INFORMES Y PRONÓSTICOS METEOROLÓGICOS (RCA 7.2.3.6)

Antes de comenzar un vuelo, el comandante de aeronave se pondrá al corriente de toda la información meteorológica disponible, apropiada al vuelo que se intenta realizar. La preparación para un vuelo que suponga alejarse de los alrededores del punto de partida, incluirá:
1) Estudio de los informes y pronósticos meteorológicos actualizados de que se disponga, y
2) El planeamiento de medidas alternativas, para precaver la eventualidad de que el vuelo no pueda completarse como estaba previsto, debido al mal tiempo.

LIMITACIONES IMPUESTAS POR LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS-VUELOS QUE SE EFECTÚEN DE ACUERDO CON LAS REGLAS DE VUELO VISUAL (RCA 7.2.3.7.1)

No se efectuará ningún vuelo que haya de efectuarse bajo reglas de vuelo visual, a menos que se trate de uno puramente local en condiciones VMC, a no ser que los informes meteorológicos más recientes o una combinación de los mismos y de pronósticos, indiquen que las condiciones meteorológicas a lo largo de la ruta, o en aquella parte de la ruta que haya de volarse de acuerdo con las reglas de vuelo visual, serán, a la hora apropiada, tales que permitan el cumplimiento de estas reglas.

REGLAS VUELO VISUAL-CONDICIONES METEOROLÓGICAS VISUALES (AIP ENR 1_2, SERA.5005)

Excepto si se tiene una autorización como VFR especial (…) en vuelos VFR no se aterrizará en ningún aeródromo dentro de una zona de control, ni se entrará en la zona de tránsito de aeródromo ni en el circuito de tránsito de aeródromo cuando las condiciones meteorológicas notificadas en dicho aeródromo sean inferiores a los límites siguientes:

- *Techo de nubes inferior a 1500 ft o*
- *Visibilidad menor a 5000 m.*

CLASES DE ESPACIO AÉREO (AIP ENR 1_4, SERA.6001)

Clase D: Se permiten vuelos IFR y VFR y todos los vuelos disponen de servicio de control de tránsito aéreo. Los vuelos VFR reciben información de tránsito respecto de todos los demás vuelos y asesoramiento anticolisión si los solicitan. Todos los vuelos están sujetos a autorización ATC.
Clase G: Los vuelos IFR y VFR están permitidos y reciben servicio de información de vuelo si lo solicitan. No es necesaria una autorización ATC.

DETERIORO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS POR DEBAJO DE LAS VMC (SERA.8020)

Cuando sea evidente que no será factible el vuelo en condiciones VMC de conformidad con su plan de vuelo actualizado, el vuelo VFR que se realice como controlado deberá:

1) Solicitar una autorización enmendada que le permita continuar en VMC hasta el punto de destino o hasta un aeródromo de alternativa, o salir del espacio aéreo dentro del cual se necesita una autorización ATC, o
2) Si no se puede obtener una autorización de conformidad con a), continuar el vuelo en VMC y notificar a la dependencia ATC correspondiente las medidas que toma, ya sea salir del espacio aéreo de que se trate o aterrizar en el aeródromo apropiado más próximo, o
3) Si vuela dentro de una zona de control, solicitar autorización para continuar como vuelo VFR especial, o
4) Solicitar autorización para volar de acuerdo con las reglas de vuelo por instrumentos.

VFR ESPECIAL EN ZONAS DE CONTROL (SERA.5010)

Podrá autorizarse la realización de vuelos VFR especiales dentro de una zona de control previa autorización ATC. (….) Se aplicarán las siguientes condiciones adicionales:
a) estos vuelos VFR especiales únicamente podrán realizarse durante el día (…)
b) por parte del piloto:
1) cielo despejado de nubes y con la superficie a la vista;
2) la visibilidad en vuelo no será inferior a 1500 m (…)
3) vuelo a una velocidad de 140 nudos IAS o inferior para que sea posible observar otro tránsito y cualquier obstáculo a tiempo de evitar una colisión, y
c) Una dependencia de control de tránsito aéreo no emitirá una autorización VFR especial para que una aeronave despegue o aterrice en ningún aeródromo dentro de una zona de control, ni para entrar en la zona de tránsito ni en el circuito de tránsito del aeródromo, cuando las condiciones meteorológicas notificadas en dicho aeródromo no alcancen los mínimos siguientes:
1) la visibilidad en tierra no será inferior a 1500 m (…)
2) el techo de nubes no será inferior a 180 m (600 pies).

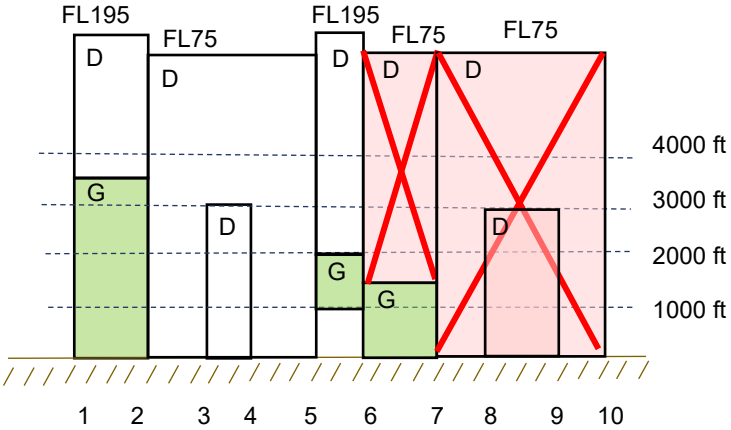
1.18.2 Trayectoria desde Reus hasta Sabadell por la costa

La intención del piloto para llegar a Sabadell era seguir la línea de costa. Esta ruta no se puede realizar ya que atraviesa espacios aéreos, como el TMA Barcelona Área 2, que prohíben los vuelos VFR y la ruta sobrevolaría el aeropuerto internacional de Barcelona-El Prat.

La aeronave se encontraba a punto de entrar en Barcelona TMA cuando se le notificó que Reus estaba en IMC. Barcelona TMA tiene diferentes espacios aéreos cada uno de ellos con restricciones distintas respecto a los vuelos VFR. Esta información está contenida en el AIP, en la carta de circulación VFR en el TMA Barcelona (AIP ENR 6.5). La figura 14 representa una sección en vertical (no a escala) de los diferentes espacios aéreos que tendría que atravesar la aeronave para ir por la costa. Se identifican tres tipos de espacio aéreo (descritos en el apartado 1.18.1):

- G en verde, sin restricción ni autorización para los tráficos VFR.
- D en blanco, con necesidad de autorización previa de ATC.
- D en rojo, donde no estaba permitido el tráfico VFR.

- Barcelona TMA (1-2) (5-6)
- Reus CTR (2-3) (4-5)
- Reus ATZ (3-4)
- Barcelona CTR (6-7)
- TMA Barcelona Área 2 (7-8) (9-10)
- Barcelona-El Prat ATZ (8-9)



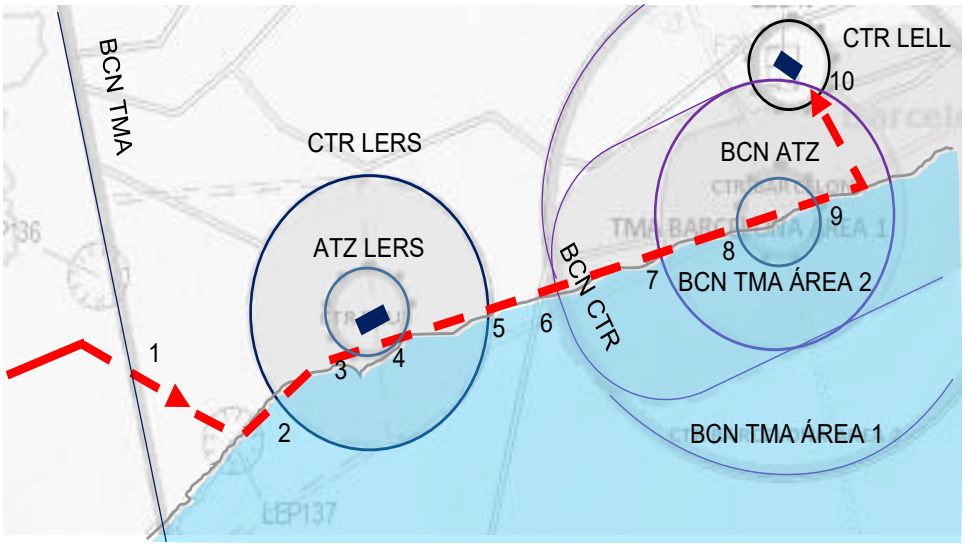


Figura 14. Viabilidad del trayecto Sabadell por la costa

1.18.3 Ubicación de aeropuertos cercanos a la aeronave

Se relacionan los campos tanto públicos como restringidos disponibles en las cercanías de la aeronave. Efectivamente, el campo más cercano era Reus.

Indicativo	Campo	Distancia y rumbo	Tiempo a 140 kt
LERS	Reus	28 NM en rumbo SE	12 min
LEDA	Lleida	32 NM en rumbo N	14 min
LECJ	Castejón de Monegros	51 NM en rumbo NW	22 min
LEIG	Igualada	58 NM en rumbo NE	25 min
LECF	Sallavinera	58 NM en rumbo NE	25 min

Sabadell, LELL, se encontraba a 80 NM en rumbo NE y hubiese tardado 34 min a 140 kt.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplicable.

2. ANÁLISIS

El sábado 12 de mayo de 2018 a las 13:40, tras 3 h 12 min de vuelo, la aeronave D-ETFT con tres personas a bordo, sufrió un accidente durante un vuelo privado entre Cascais y Reus. La aeronave impactó contra el terreno en una zona montañosa en el término municipal de Flix (Tarragona), 40 km al oeste de su destino. Hacía 5 min que había declarado tener fallo de motor y 17 min antes se le había notificado que su aeropuerto de destino estaba cerrado al tráfico VFR.

El análisis del accidente se planeta en cuatro apartados:

- El análisis del impacto a las 13:40.
- El análisis del vuelo desde que se le comunicó el cierre de Reus para VFR hasta que ocurrió el fallo del motor, es decir, entre las 13:23 y las 13:34.
- El análisis del vuelo desde el ocurrió el fallo del motor hasta el impacto, es decir desde las 13:34 a las 13:40.
- El análisis del fallo del motor a las 13:34:45.

2.1. Análisis del impacto 13:40

Hora del impacto:

Se ha estimado que el impacto se produjo entre las 13:40:07 y las 13:40:20, un minuto después del último registro ATC. La falta de cobertura radio y radar debido a la baja altitud y la zona montañosa en que se estaba desarrollando el vuelo impidieron el registro completo del vuelo.

Intento de toma en la carretera T2237:

La distribución de los restos indica que la aeronave, instantes antes del impacto, llevaba rumbo suroeste similar al de la carretera T2237 que, en ese tramo, discurría con una orientación de 234º. Las primeras marcas de contacto del extremo del plano izquierdo con los árboles del margen izquierdo de la carretera, así como la altura a la que se produjeron estas marcas, sugieren que, con toda probabilidad, la aeronave estaba intentando aterrizar en la carretera. Este hecho se refuerza con las últimas comunicaciones mantenidas un minuto y medio antes.

Visibilidad antes del intento de toma:

Los hechos que se relacionan a continuación indican que durante el último minuto y medio de vuelo el piloto debía tener contacto visual, al menos, con el entorno inmediatamente cercano:

- La posición precisa y alineada entre aeronave-carretera en el primer impacto con los árboles en una zona montañosa requería tener visibilidad con el terreno (13:40).
- La modificación del rumbo (de noroeste a suroeste) un minuto antes sugiere una intencionalidad del piloto con respecto a la carretera (13:38:55- 13:39:05).
- La última comunicación en la que mencionó las palabras "carretera" y "debajo" indica que tenía contacto visual con la carretera (13:38:41).

Capacidad y experiencia del piloto:

El viraje hacia rumbo sur tuvo otra consecuencia y es que posicionó a la aeronave en una situación más favorable para la toma: con el viento en cara. Este hecho, junto con la posición con la que se encontraba la aeronave respecto a la carretera parece descartar cualquier tipo de incapacidad por parte del piloto. La experiencia de vuelo y en el tipo de aeronave era alta. Además, la autopsia no ha determinado ningún condicionante o estado físico que hubiese podido afectar a las capacidades del piloto. El vuelo, hasta el final, fue comandado por el piloto.

Dimensiones carretera-aeronave:

Las dimensiones de la carretera (6 m) respecto a la envergadura de la aeronave (10,99 m), la presencia de árboles y el desnivel a ambos lados de la carretera conforman un escenario complicado para realizar un aterrizaje. Efectivamente, los daños producidos en el extremo del plano izquierdo muestran que la aeronave, aunque situada con bastante precisión sobre la carretera, chocó con los árboles del margen izquierdo. Desde el punto de vista de la carrera de aterrizaje, el tramo recto disponible era claramente inferior a la distancia necesaria para detener una aeronave de esas características.

Por lo tanto, tanto por envergadura como por distancia para detener la aeronave, el aterrizaje estaba muy comprometido.

Secuencia en el impacto:

Las marcas y restos de la aeronave describen claramente la siguiente secuencia:

1 La aeronave, inicialmente nivelada, hacía contacto con el extremo del plano izquierdo contra los árboles, perdiendo 90 cm del mismo y descontrolándose por completo.
2. La aeronave avanzaba a la vez que se iba "enroscando" hacia la derecha hasta alcanzar un ángulo de cabeceo y balanceo muy elevados, cercano a los 90º, que le llevaron a contactar con el extremo del plano derecho en la carretera y el quitamiedos. En este impacto perdió 1,8 m del plano derecho.
3. La aeronave, en una posición muy vertical, contactaba con el fuselaje delantero contra el terreno, en el margen derecho de la carretera.

4. La aeronave cayó ladera abajo perdiendo el motor y quedando en posición invertida.
5. Por último, se produjo un incendio.

El primer contacto de la aeronave se produjo con dos árboles situados en el margen izquierdo de la carretera. La aeronave se encontraba a 8,5 m sobre la carretera indicando que estaba a punto de hacer contacto con la carretera. Los daños en el extremo del plano izquierdo situaban a la aeronave con los planos nivelados en posición normal de vuelo. Este contacto, que produjo la rotura del extremo del plano izquierdo, debió frenar mucho a la aeronave y además la desestabilizó por completo.

Tras el contacto con los árboles del margen izquierdo, la aeronave avanzó 67 m a siguiendo la carretera hasta que el borde de ataque del extremo del plano derecho chocó con la carretera. Tanto por la localización de los daños del plano derecho como por la ausencia de daños en el plano izquierdo que, de haber estado la aeronave nivelada, habría impactado contra los árboles del margen izquierdo ya que la envergadura superaba con creces el ancho de la carretera, la aeronave se debía encontrar en una posición no-normal de vuelo. Efectivamente, la aeronave debía tener un ángulo de balance a la derecha y un ángulo de cabeceo hacia abajo muy elevados, cercanos ambos a los 90º. En este contacto con la carretera la aeronave pivotó sobre el extremo del plano derecho chocando también con el quitamiedos. Fue el contacto con el quitamiedos el que provocó la perforación en el borde de ataque del plano derecho. El desplazamiento de la aeronave, a la vez que el plano derecho chocaba con la carretera y el quitamiedos, produjo las deformaciones en las dos mitades del plano derecho. El plano se deformó hasta que finalmente se fragmentó por completo desprendiéndose un fragmento de 1,8 m.

Este fragmento salió despedido y quedó depositado 13 m más adelante, en el margen derecho de la carretera. A la vez, la aeronave seguía desarrollando un movimiento de "enroscamiento" hacia la derecha ya fuera de la carretera.

El siguiente contacto se produjo a 14 m de la carretera y fue producido con el fuselaje delantero (el morro) de la aeronave contra el terreno, indicando que la posición de ésta era muy vertical (ángulo de cabeceo cercano a los -90º). Este segundo contacto dejó enterrado el cono de la hélice y fragmentos de las palas de la hélice.

El siguiente desplazamiento de la aeronave fue ladera abajo desprendiéndose el motor y quedando en posición invertida. A continuación, se produjo el incendio de la aeronave que, por su duración e intensidad, sugiere que la aeronave llevaba combustible. Efectivamente, los cálculos realizados suponiendo que al inicio del vuelo la aeronave iba repostada hasta su máxima capacidad, indican que habría un remanente de 127 l.

El desplazamiento total de la aeronave fueron 97 m prácticamente en el mismo rumbo. De éstos, desde el impacto con la carretera la aeronave solo avanzó 30 m y descendió 5 m, lo que indica que la velocidad horizontal no era elevada. La poca dispersión de los restos y la extensión de los daños en cuanto a deformaciones (no los producidas por el incendio) descartan un impacto de alta energía. Estas conclusiones son consistentes con los daños que presentaban los tres ocupantes y con el resto de indicios de un intento de aterrizaje sin motor.

2.2. Análisis del vuelo entre 13:23 y 13:34

Durante casi 3 h (10:28 a 13:23) el vuelo se desarrolló sin incidencias de ningún tipo. Fue a partir de las 13:23, a punto de llegar a su destino, cuando se produjeron dos situaciones que condicionarían el desarrollo posterior del vuelo:

- A las 13:23 la aeronave fue informada de que Reus estaba cerrado al tráfico VFR, situación que tuvo que gestionar.
- A las 13:34 el fallo del motor.

Entre las 13:23 y 13:34, durante casi 12 min de vuelo, el vuelo se desarrolló sin ningún problema, en cuanto a la aeronave se refiere, pero la gestión del cambio de destino puso de manifiesto una deficiente planificación del vuelo, tanto por la planificación de la ruta como de la meteorología.

Vuelo sin incidencias:

El vuelo entre las 13:23 y las 13:34 no presentó ninguna incidencia desde el punto de vista de funcionamiento o de controlabilidad de la aeronave. Los registros radar mostraron un vuelo normal, con un mantenimiento constante y homogéneo de la velocidad y altitud, en valores adecuados para el tipo de aeronave y la posición respecto a su destino inminente y virajes ejecutados de forma coordinada. Las instrucciones emitidas por ATC fueron entendidas y ejecutadas de forma inmediata y las comunicaciones con ATC fueron fluidas.

Durante 8 min la aeronave mantuvo una altitud constante de 4400 ft y 130 kt de GS para más tarde realizar un ascenso hasta los 6400 ft a 140 kt de GS. Este último ascenso se realizó con un régimen y velocidad constantes, indicativos de que el motor desarrollaba potencia normalmente. Hasta este momento, el vuelo se desarrolló sin anomalías y no hubo ninguna comunicación previa en relación con el funcionamiento de la aeronave o del motor.

Durante este periodo de tiempo de casi 12 min resultan de interés varias cosas:

- La decisión de continuar el vuelo en VFR aun cuando tenía otras opciones: cambio a reglas IFR o a VFR especial, que le hubiesen permitido operar en Reus.

- La trayectoria propuesta por la aeronave, imposible de ejecutar, para llegar a su aeropuerto alternativo.
- El deterioro de condiciones meteorológicas, esperable por los pronósticos.

Decisión de continuar en VFR

El cambio de condiciones a IMC del aeropuerto de Reus fue notificado a la aeronave cuando esta se encontraba cerca de su destino. Pocos minutos después era transferida con el controlador de TWR Reus, como responsable del CTR y del ATZ. Las condiciones meteorológicas en Reus habían empeorado desde hacía una hora y 3 h después se mantenían igual de degradadas. Cuando a las 13:27 la aeronave contactaba con esta dependencia tras insistir en seguir la línea de costa, en Reus la visibilidad era de 1500 m, el techo de nubes estaba en 600 ft y había lluvia débil y bruma.

Estas condiciones eran, efectivamente, IMC y así se le comunicaron a la aeronave, añadiendo además que no podían aceptar vuelos en VFR. Este requerimiento de abandonar el espacio aéreo del CTR por parte del controlador de TWR Reus se realizó en base a que el CTR era un espacio D, donde se requiere autorización ATC para entrar, y las condiciones meteorológicas no eran VMC, situación que recoge la reglamentación. Ante esta comunicación el piloto en su comunicación de las 13:27:46 pareció preguntar si eran posibles vuelos en IFR. Cuando el controlador solicitó repetir la pregunta, el piloto no lo hizo y no comentó nada más acerca de la operación en IFR.

Teniendo en cuenta que el piloto tenía habilitación en vigor para operar en IFR y que Reus era su destino inicial, parece que esta hubiese sido la opción más esperable. La investigación no ha podido determinar el motivo por el que el piloto no insistió en el cambio de reglas de vuelo.

Otra opción hubiese sido la de solicitar la operación como VFR especial que, en este caso, no fue mencionado por la aeronave. Las condiciones meteorológicas en Reus estaban en el límite para aprobar esta operación (1500 m y techo de nubes en 600 ft) pero hubiese sido posible.

En cualquier caso, estas dos opciones para entrar a Reus en IMC, bien como IFR o como VFR especial, tendrían que haber sido solicitadas por la aeronave en primer lugar y autorizadas por la dependencia en segundo lugar. Ninguna de estas dos opciones fue solicitada.

Trayectoria para llegar al aeropuerto alternativo:

A las 13:23, cuando se le notificó a la aeronave que Reus estaba en IMC, el piloto tuvo que realizar un cambio en sus planes iniciales. La decisión tomada y notificada inmediatamente fue la de dirigirse a Sabadell, su aeropuerto alternativo. Si bien este hecho supuso un cambio en sus planes iniciales, era una situación que había sido prevista previamente ya que formaba parte de su planificación previa al vuelo.

A pesar de que el nuevo destino estaba claro, la forma de llegar a él, a juzgar por las comunicaciones de la aeronave, no estaba correctamente planificada. En tres ocasiones diferentes, dos con ACC Barcelona y una con Reus TWR, el piloto indicó que la trayectoria que seguiría sería la línea de costa. Este comentario refleja que, geográficamente, conocía dónde se encontraba Sabadell respecto a Reus, pero desconocía que se encontraba dentro del TMA Barcelona. Seguir la línea de costa era la opción más rápida y fácil para un vuelo VFR, desde el punto de vista de la obtención de referencias visuales. Sin embargo, en el caso de este vuelo, era inviable, ya que Reus y Sabadell se encuentran al sur y norte, respectivamente, del aeropuerto de Barcelona, un aeropuerto internacional que cuenta con un espacio aéreo a su alrededor que prohíbe las operaciones VFR en su entorno. Como se indicaba en el apartado 1.18.2, la operación en VFR estaba prohibida en el TMA Barcelona Área 2. Adicionalmente, la información publicada para el aeropuerto de Sabadell, indicaba que los únicos puntos de entrada en VFR eran por el Norte y el Oeste, indicativos ya de que la entrada por el sur no era viable.

Es decir, esta trayectoria no era posible. Este hecho indica que la planificación que se debió realizar antes de iniciar el vuelo no fue completa: se identificó únicamente la posición relativa de Sabadell respecto a Reus y, posiblemente, las referencias geográficas para seguirlo, pero no se estudió ningún aspecto sobre el espacio aéreo y el entorno en el que se encuentra este aeropuerto.

En este sentido, en cuanto a la planificación del vuelo sobre el aeropuerto alternativo, las comunicaciones subsiguientes de la aeronave mostraron que, descartada la posibilidad de seguir la línea de costa, la aeronave pareció quedarse sin recursos y desconocía la zona por la que estaba volando. Su única opción fue recurrir a los servicios ATC para que fueran estos los que les guiasen (vectores radar) y les diesen soluciones (buscar aeropuerto alternativo) a pesar de que no corresponde al servicio de control realizar esta tarea.

Por tanto, se considera que la planificación, entendida como el estudio exhaustivo de todos aquellos aspectos y condiciones pueden afectar al desarrollo seguro de un vuelo de estas características, no fue todo lo completa que debía haber sido. Los aspectos meteorológicos presentes en este accidente, analizados a continuación, también reflejan una deficiente planificación del vuelo.

<u>Deterioro de la meteorología pronosticado antes del vuelo:</u>

Dos y cinco horas antes de iniciarse el vuelo estaban disponibles los pronósticos meteorológicos esperables para el vuelo en ruta (SIGMET) y para la llegada al aeropuerto de destino (TAFOR). Estos informes indicaban un empeoramiento de las condiciones meteorológicas tanto para el final de la ruta (oscurecimiento de montañas, visibilidad entre 1000 y 5000 m, chubascos y tormentas con cumulonimbus embebidos entre las nubes) como para la llegada a Reus (disminución de la visibilidad a 3000 y 2000 m, techo de nubes entre 800 ft y 3000 ft, aumento de nubosidad, bruma, lluvia, chubascos, tormentas y *cumulonimbus*).

Es decir, la información emitida antes del vuelo, y en disposición de ser consultada antes del despegue, pronosticaba unas condiciones que, con bastante probabilidad, harían inviable la finalización en VMC del vuelo. Este pronóstico, efectivamente se hizo realidad debido a la llegada de un frente a la zona, con reducciones de visibilidad, precipitaciones y nubosidad cubriendo la cima de las montañas.

Se desconoce qué información meteorológica utilizó el piloto para planificar el vuelo, ya que existen numerosas aplicaciones en internet que permiten el acceso a esta información. Lo único que se ha podido comprobar es que en la oficina meteorológica de Cascais el piloto no solicitó información meteorológica.

La única información que, en el momento anterior a la salida desde Cascais, indicaba condiciones VMC para Reus, era el METAR de este aeropuerto. A pesar de que a primeras horas de la mañana las condiciones no eran VMC, habían mejorado después, justo antes del despegue, aunque volverían a empeorar durante el vuelo. En cualquier caso, la información METAR del aeropuerto no es la fuente de información adecuada para planificar un vuelo, ya que son observaciones reales, no pronósticos. Los pronósticos deben consultarse en los TAFOR y SIGMET.

2.3. Análisis del vuelo entre 13:34 y 13:40

Tras el cambio de planes respecto al aeropuerto de destino, la aeronave se mantuvo en vuelo durante 12 min sin incidencias. A las 13:34:59, estabilizada en un ascenso mantenido y constante iniciado hacía tres minutos, la aeronave notificaba, por primera vez, tener problemas en el motor. Esta situación condicionó el resto del vuelo. El perfil de vuelo se modificó a partir de este momento comenzando un descenso que duraría los 5 min restantes del vuelo.

La gestión de esta nueva situación se caracterizó, por un lado, por un buen manejo de la aeronave y, por otra parte, por la dependencia en el controlador para buscar campos donde aterrizar en emergencia.

Gestión del vuelo:

Las comunicaciones indican que durante 2 min el problema con el motor evolucionó a peor, finalizando en una pérdida completa de potencia. La energía en el impacto era consistente con esta situación, por lo que es probable que el motor estuviese o completamente parado, o desarrollando baja potencia.

Desde el primer momento el piloto evaluó la situación, sus opciones y capacidades de una forma realista y rápida: notificó la necesidad de descender y la imposibilidad de llegar a Reus, debido a que estaba a una distancia que duplicaba su capacidad de planeo máxima.

El primer minuto del vuelo tras la notificación inicial fue el que registró una mayor pérdida de altitud, alcanzando un máximo de -2500 fpm. Se considera que esta situación se pudo deber a los momentos iniciales de la emergencia en los que el piloto pudo estar centrado en la identificación de la emergencia y su evolución.

Tras este primer minuto, la aeronave disminuyó su tasa de descenso hasta los -1000 fpm, que fueron mantenidos. La aeronave se estabilizó y minimizó la pérdida de altitud. Durante todo el planeo fue capaz de recorrer un total de 9,5 NM. Esta distancia es un valor bastante cercano a las 11 NM que, en teoría, en condiciones óptimas, define el Manual de Vuelo como distancia máxima en planeo desde los 5600 ft.

La disminución del régimen de descenso desde los -1000 fpm hasta el entorno de los -300 fpm coincidió con las comunicaciones sobre la carretera. El régimen de descenso todavía fue menor durante el último minuto de vuelo, con un valor calculado de -100 fpm. Se considera que esta disminución del régimen de descenso, el viraje y la disminución de velocidad en las últimas trazas, estuvieron asociadas con la búsqueda de un tramo de carretera para aterrizar, lo que refuerza la conclusión de que el vuelo estuvo controlado hasta el impacto y que el piloto no parecía tener mermadas sus capacidades.

Por último, respecto a las velocidades durante la gestión de la pérdida de potencia, las trazas radar muestran una gran variabilidad: hubo oscilaciones entre los 80 y 140 kt. Estos valores son velocidades respecto al suelo y no velocidades indicadas. El viento, en una zona montañosa como en la que estaba transcurriendo el viento puede ser muy variable, por lo que las estimaciones realizadas por AEMET (valores medios de 10 km/h con rachas de hasta 40 km/h) no se han considerado válidas para realizar un cálculo de la velocidad indicada durante las maniobras. La velocidad de 75 kt que se establece para el aterrizaje sin motor tampoco ha podido ser confirmada debido a la falta de datos radar en el último minuto de vuelo. Lo que sí que se constató fue una disminución de la velocidad hasta los 90 kt de GS cuando el piloto cambió el rumbo para orientarse hacia la carretera.

En resumen, se considera que se realizó una buena gestión del vuelo durante los 5 min que duró el vuelo sin potencia, en el que la aeronave pudo recorrer una distancia próxima a la máxima y en la que el piloto fue capaz de identificar, aproximarse y adecuar su posición y velocidad a un tramo recto de la carretera.

Dependencia de ATC:

En línea con el comportamiento durante los doce minutos previos de vuelo el piloto recurrió al controlador, que ya le estaba proporcionando vectores radar hacia Sabadell, para encontrar un campo donde aterrizar. El controlador del ACC Barcelona proporcionó toda la ayuda que pudo a la aeronave, tanto anteriormente, como en esta última emergencia.

Aunque la búsqueda de campos no es parte de las tareas de ATC, el controlador inició una serie de consultas en la dependencia para buscar posibles pistas alternativas, en un intento de ayudar a la aeronave. La realidad fue que el campo más cercano en el entorno era efectivamente Reus, y este estaba fuera del alcance de planeo de la aeronave.

La orografía de la zona era muy montañosa y no ofrecía muchas opciones para una toma fuera de campo. La última opción fue la que sugirió el controlador de aterrizar en una carretera. Por su situación, en la zona solo había carreteras secundarias con un ancho insuficiente como para permitir el aterrizaje de una aeronave de 11 m de envergadura. La autopista, de mayor anchura, sugerida por el controlador se encontraba a mayor distancia de la que estaba Reus.

2.4. Análisis del fallo del motor a las 13:34:45

Cuando el piloto notificó tener problemas con el motor llevaba en ascenso desde hacía 3 min. Había mantenido una velocidad y un régimen normales y constantes, por lo que el motor debía estar funcionando correctamente hasta este momento. La altura máxima que alcanzó en este ascenso fue de 6400 ft a las 13:34:45. Cuando la aeronave realizó la primera comunicación sobre el motor, a las 13:34:59, se encontraba a 6200 ft, es decir que había perdido 200 ft. En este momento, el motor debía estar ya comportándose de forma anómala, siendo incapaz la aeronave de mantener ni el ascenso ni el vuelo nivelado. Por este motivo se ha establecido el fallo del motor a las 13:34:45, con el inicio del descenso.

Los datos proporcionados en las comunicaciones sobre el problema del motor fueron los siguientes: problema en el motor (*trouble with the engine*), humo en los capós del motor (*smoke from the cowling*), y pérdida de potencia (*loss of engine power, no engine power, totally loss of power*), lo que parece indicar que el motor fue degradándose hasta la parada completa.

La inspección del motor permitió encontrar una fractura completa en la línea de distribución de combustible (*nozzle distribution line*) del cilindro número 3, en su unión con la válvula de distribución de combustible (*fuel manifold valve*). Se considera que esta fractura fue el origen del problema de la pérdida de potencia.

<u>Línea de distribución de combustible como origen de la pérdida de potencia:</u>

La válvula de distribución de combustible, de forma cilíndrica, tiene la función de recibir combustible a presión proveniente de la bomba de combustible y permitir su distribución hacia seis líneas de distribución. Cada una de estas líneas, ubicadas a lo largo de todo el perímetro, se encajan dentro del cuerpo de la válvula y dirigen el combustible a presión a cada uno de los inyectores situados en las cabezas de los cilindros. Es decir, es un sistema que tiene efecto directo en el proceso de combustión y, por lo tanto, en la potencia del motor.

Debido a que el distribuidor de combustible actúa como un conjunto, la rotura en una de las líneas no sólo afecta a esa línea sino a todas. El combustible se dirigirá a través la línea fracturada ya que su salida por ahí tendrá menos restricciones que a través de los orificios de los inyectores. Es decir, el combustible tomará el camino más fácil que, en este caso, será la línea fracturada. Como, además, la cantidad de combustible en el distribuidor es limitada la cantidad de combustible disponible para el resto de las cinco líneas se verá muy disminuida.

Por lo tanto, la rotura en la línea de distribución número 3 debió generar una pérdida de potencia no sólo en el cilindro número 3, al que no llegaba combustible, sino en todos los demás.

Por otra parte, el hecho de que combustible a presión estuviese saliendo por una de las tuberías hacia el exterior, debió producir el contacto de este combustible con las superficies calientes del motor, lo que seguramente generó el humo que fue descrito por el piloto.

Por lo tanto, se considera que el daño encontrado en el conjunto de la válvula de distribución de combustible-líneas de distribución es coherente con los problemas del motor descritos por el piloto durante la emergencia.

<u>Causa de la rotura de la línea de distribución número 3:</u>

Como se explicaba en el apartado 1.16.3 la línea de distribución está conformada por un tubo al que se suelda, en ambos extremos, otra pieza denominada cabeza. La rotura estaba localizada en el extremo de la línea, en la zona de unión del tubo a la cabeza.

Se determinó que la fractura se había producido por un mecanismo progresivo de fatiga, desarrollada a alto número de ciclos y bajos esfuerzos, desde el interior de la pieza hacia el exterior. Las regiones preferentes de incubación coincidían con el cambio de sección de la pieza, en zonas donde se apreciaban signos de deformación plástica y desgarro de material previo a la fractura. El desarrollo e incubación del proceso de fatiga se había producido por la concurrencia de:

- Espesor de la pared demasiado reducido en el cambio de sección. El mecanizado ligeramente descentrado de la superficie interior provocaba diferencias apreciables en el espesor de la pared: en la zona de inicio el espesor era de 0,18 mm y en el opuesto era casi el doble.
- Heterogeneidades en la soldadura de unión entre tubo y cabeza: las faltas de llenado de metal de aporte en las zonas de cambio de sección y la presencia de micropliegues en la superficie interior de la pieza se consideran elementos de concentración de tensiones.

Además, se considera que, por su operación, este elemento está sometido a tensiones cíclicas, posiblemente producidas por la vibración del motor y/o las variaciones de presión del combustible, a las que pueden haberse añadido posibles tensiones aplicadas al tubo por posicionamiento forzado, y que pueden haber contribuido a su rotura. El estado tras el accidente no ha permitido confirmar si este pudo ser un factor contribuyente.

Los defectos en la soldadura de unión de la cabeza al tubo se identificaron en los dos extremos del tubo y debieron producirse durante el proceso de fabricación del mismo. Las actuaciones de mantenimiento sobre estas líneas consisten en la sustitución del elemento completo en caso de detectar fugas de combustible o algún otro problema. Es decir, no es un elemento al que se le realice ningún proceso de reparación. En este contexto se emite una recomendación de seguridad a Continental, como fabricante del motor, para que revise el procedimiento de fabricación de las líneas de distribución de combustible, en concreto, el proceso de soldadura que se realiza entre el tubo y la cabeza, con objeto de identificar y corregir el origen de los defectos de fabricación que se han identificado en la investigación.

La detección de problemas en las líneas de distribución de la válvula de distribución del combustible se realiza mediante las inspecciones periódicas de otros elementos del sistema de combustible o cuando el funcionamiento del sistema de combustible presente problemas. El sistema de combustible en su conjunto había sido objeto de una revisión general hacía 50 h y de una inspección de fugas, la del SB95-7, 21 h antes, sin que se hubiese detectado ningún indicio del problema que se iba a producir en el vuelo del accidente.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

General:

- La aeronave y el piloto estaban en posesión de las licencias, certificados y autorizaciones que les capacitaban para realizar el vuelo.
- La aeronave acumulaba 2331 h.
- El motor acumulaba 50 h desde la última revisión general.
- La aeronave había renovado su certificado de aeronavegabilidad 1 mes antes, habiendo volado desde entonces 21 h.
- El piloto tenía alta experiencia de vuelo y también en el tipo de aeronave.
- El vuelo completo duró 3 h 12 min, de los cuales ATC registró 3 h 11 min.
- Se estima que el impacto se produjo entre las 13:40:07 y las 13:40:20.
- El vuelo fue controlado hasta el impacto.
- No hay indicios de disminución de la capacidad del piloto durante el vuelo.
- El combustible no fue un factor de influencia en el accidente.

Sobre el aterrizaje de emergencia:

- El piloto probablemente intentó aterrizar en la carretera T2237.
- El último minuto y medio el piloto tuvo contacto visual con el terreno.
- El piloto identificó un tramo recto de la carretera T2237 y se posicionó con precisión sobre la misma.
- La aproximación a la carretera se realizó con el viento en cara.
- La carretera tenía un ancho de 6 m, menor que la envergadura de la aeronave (10,99 m).

Sobre la secuencia durante el impacto:

- El intento de aterrizaje se produjo en rumbo suroeste siguiendo el rumbo de la carretera T2237.
- El primer contacto de la aeronave fue con el plano izquierdo contra los árboles del margen izquierdo de la carretera T2237, perdiendo 90 cm del plano izquierdo.
- A partir del primer contacto la aeronave se desestabilizó por completo.
- El segundo contacto de la aeronave, 67 m por delante del primero, fue con el borde de ataque del extremo del plano derecho contra la carretera y el quitamiedos, en el que perdió 1,8 m del plano derecho.
- El tercer contacto, 14 m por delante del segundo, fue con el fuselaje delantero contra el terreno, fuera de la carretera, en el margen derecho.
- El último desplazamiento fue de 16 m, en el que la aeronave cayó ladera abajo perdiendo el motor y quedando en posición invertida.
- La aeronave se incendió tras el accidente.

- Se descarta un impacto a alta energía.
- La dispersión total de los restos fue de 97 m: 67 recorridos en la carretera y 30 m fuera de ella en el desnivel derecho de la carretera.

Sobre el vuelo desde las 10:28 hasta las 13:23:

- La aeronave despegó a las 10:28 desde Cascais (Portugal).
- Desde el despegue hasta las 13:23 el vuelo se desarrolló sin incidencias ni cambios.

Sobre el vuelo entre 13:23 y las 13:34:

- A las 13:23 la aeronave fue informada del cierre de Reus para el tráfico VFR.
- El deterioro de las condiciones meteorológicas en la zona había sido incluido en los pronósticos SIGMET y TAFOR LERS.
- La aeronave decidió dirigirse hacia su aeropuerto alternativo Sabadell.
- Durante 12 min de vuelo (entre 13:23 y 13:34) el vuelo se desarrolló sin incidencia desde el punto de vista de funcionamiento y controlabilidad de la aeronave.
- La trayectoria que deseaba realizar la aeronave hasta el aeropuerto alternativo era imposible de realizar por incompatibilidad con los espacios aéreos que debía atravesar.
- El piloto recurrió a ATC para que obtener guiado vectorial hasta Sabadell.

Sobre el vuelo entre las 13:34 y las 13:40:

- A las 13:34:59 la aeronave notificó por primera vez tener problemas con el motor.
- Realizó un total de 4 comunicaciones en total durante dos minutos, cada una de ellas notificando mayor gravedad, hasta informar de la pérdida completa de potencia.
- La notificación de la emergencia se produjo con la aeronave a 5600 ft sobre el terreno.
- La aeronave se mantuvo en vuelo 5 min sin motor.
- La aeronave recorrió 9,5 NM, un valor muy próximo al valor de planeo máximo establecido en el *Manual de Vuelo* en condiciones óptimas.
- Durante los 5 min últimos del vuelo, el piloto gestionó adecuadamente el descenso.
- El piloto analizó adecuadamente la situación y valoró correctamente las opciones que tenía.
- El piloto recurrió a ATC para buscar un campo alternativo.
- La posición en la que se produjo el fallo del motor y la capacidad de planeo de la aeronave no permitía el vuelo hasta ningún aeródromo ni aeropuerto.
- Todas las carreteras en el entorno de la aeronave eran de montaña, con un ancho menor que la envergadura de la aeronave.

Sobre la causa del fallo del motor a las 13:34:45:

- El fallo del motor ocurrió después de un ascenso mantenido durante tres minutos a las 13:34:45.
- A las 13:45:59, la aeronave había iniciado el descenso, señal de que el motor ya estaba fallando.
- Los síntomas reportados por el piloto fueron: problema en el motor, humo y pérdida total de potencia.
- Se encontró una fractura completa en la línea de distribución del combustible del cilindro número 3, en su unión con la válvula de distribución de combustible.
- La fractura se había producido por un mecanismo de fatiga, iniciado en la zona de soldadura entre el tubo y la cabeza, que presentaba defectos.
- Se han identificado defectos en la soldadura: falta de llenado, micropliegues en la superficie, falta de alineación entre cabeza y tubo y diferentes espesores.
- El mantenimiento de las líneas de distribución es "on required" y su reemplazo se realiza durante las inspecciones periódicas del motor, o como consecuencia de la detección de problemas asociados al sistema de combustible.
- 50 h y 21 h antes del accidente, el sistema de combustible había sido revisado (revisión general y aplicación SB95-7) con resultado satisfactorio.
- No hay constancia de indicios previos al fallo de la línea de distribución.

3.2. Causas/Factores contribuyentes

La causa del accidente de la aeronave D-ETFT fue la desestabilización y pérdida de control durante la realización de un aterrizaje de emergencia en una carretera de montaña de menor ancho que la envergadura de la aeronave. Se consideran factores contribuyentes:

- La pérdida de potencia del motor, que obligó al aterrizaje de emergencia, originada por la fractura completa de la línea de distribución de combustible del cilindro número 3 de la válvula de distribución de combustible.
- La deficiente planificación del vuelo, en cuanto al estudio de la meteorología y zona de vuelo, que llevó a la aeronave a extender el vuelo y alejarse de su aeropuerto de destino ubicándole en la zona montañosa donde se produjo el fallo del motor.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

Se han identificado defectos en el proceso de soldadura entre el tubo y la cabeza de la línea de distribución de combustible número 3 de la válvula de distribución de combustible. Los defectos produjeron el desarrollo de una fractura por fatiga, y la pérdida de potencia del motor.

REC 04/20. Se recomienda a Continental Motors, como fabricante del motor TSIO-360-MB, que revise el procedimiento de soldadura que se realiza entre el tubo y la cabeza en las líneas de distribución de combustible de la válvula de distribución de combustible, para que identifique y corrija el origen de los siguientes defectos:

- Diferencias en el espesor de la pared en el cambio de sección. El mecanizado ligeramente descentrado de la superficie interior provocaba diferencias apreciables en el espesor de la pared: en la zona de inicio el espesor era de 0,18 mm y en el opuesto era casi el doble.
- Heterogeneidades en la soldadura de unión entre tubo y cabeza: faltas de llenado de metal de aporte en las zonas de cambio de sección y presencia de micropliegues en la superficie interior de la pieza.