Informe técnico
A-035/2022

Accidente ocurrido el día 20 de julio de 2022, a la aeronave Eurocopter AS-350-B3, matrícula EC-LBU, operada por Pegasus Aviación en el municipio de Tortuero, Guadalajara (España)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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) n.° 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.

Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil – CIAIAC

Subsecretaría
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
Gobierno de España

C\ Fruela, 6
28011 Madrid
España

NIPO: 796-23-092-X

INDICE

Advertencia ii
INDICE 2
ABREVIATURAS 3
Sinopsis 5
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS 6
1.1. Reseña del accidente 6
1.2. Lesiones a personas 7
1.3. Daños sufridos por la aeronave 7
1.4. Otros daños 7
1.5. Información sobre el personal 8
1.5.1. Piloto 8
1.6. Información sobre la aeronave 8
1.6.1. Información general 8
1.6.2. Registro de mantenimiento 13
1.6.3. Estado de aeronavegabilidad 14
1.7. Información meteorológica 14
1.8. Ayudas para la navegación 14
1.9. Comunicaciones 14
1.10. Información del lugar del accidente 15
1.11. Registradores de vuelo 17
1.11.1. VEMD (Vehicle and engine management display) 17
1.11.2. Sistema de seguimiento de flota 17
1.12. Información sobre los daños en la aeronave y la zona del accidente 19
1.13. Información médica y patológica 22
1.14. Incendio 22
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 22
1.16. Ensayos e investigaciones 22
1.17. Información organizativa y de dirección 23
1.18. Información adicional 25
1.19. Técnicas de investigación especiales 25
2. ANÁLISIS 25
2.1. Análisis de la situación meteorológica 25
2.2. Análisis de los restos de la aeronave 25
2.3. Análisis de la operación 27
3. CONCLUSIÓN 29
3.1. Constataciones 29
3.2. Causas / Factores contribuyentes 29
4. RECOMENDACIONES 29

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
ACT	Experiencia en horas de vuelo en actividades relevantes
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
ALF	Inspección después del último vuelo del día *(after the last flight of the day)*
ASC	Experiencia en horas de vuelo en aeronaves de similares características
BFF	Inspección antes del primer vuelo del día (*before the first flight of the day*)
COE	Certificado de Operador Especial
CPL(H)	Licencia de piloto comercial de helicóptero
EASA	European Aviation Safety Agency
ELT	Transmisor de localización de emergencia
FADEC	Control completo digital del motor (Full Authority Digital Engine Control)
FH	Horas de vuelo *(Flight hours)*
FLI	Primer indicador de límites de vuelo del motor *(First Limit Indicator*)
ft	Pie(s)
h	Hora(s)
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
kt	Nudo(s)
kW	Kilovatio(s)
l, l/h	Litro(s) , Litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LCI	Lucha contra incendios
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
m/s	Metro(s)/segundo
m^2	Metro(s) cuadrados
MO	Manual de operaciones (*Operations Manual*)
MSM	Manual de Servicio del helicóptero *(Master Service Manual)*
MTOP	Potencia máxima al despegue *(Maximum take-off power)*
n/s	Número de serie
N	Norte

Nf	Velocidad de turbina de potencia libre (*Free power turbine speed)*
Ng	Velocidad de rotación del turbocompresor *(Engine gas generator speed)*
NR	Velocidad de rotación del rotor principal
O	Oeste
PIC	Piloto al mando *(Pilot in command)*
PICmin	Experiencia previa mínima en horas de vuelo como piloto al mando
SAR	Servicio de búsqueda y salvamento
SOP	Procedimiento operacional normalizado
SP	Habilitación de helicóptero monopiloto *(Single Pilot*)
TA	Inspección visual general de la aeronave *(Turn around)*
UTC	Tiempo universal coordinado
VEMD	Pantalla Multifunción de motor y aeronave *(Vehicle and Engine Multifunction Display)*
VFR	Reglas de Vuelo Visual
VHF	Muy alta frecuencia (30 a 300 MHz)

Informe técnico

A-035/2022

Propietario:	Importaciones Carreira
Operador:	Pegasus Aviación
Aeronave:	Eurocopter AS-350-B3, matrícula EC-LBU, n/s: 4780
Fecha y hora del accidente:	Miércoles 20/julio/2022 08:40 UTC
Lugar del accidente:	Parque Natural Sierra Norte de Guadalajara, municipio de Tortuero – Guadalajara (España)
Personas a bordo:	1 (piloto)
Tipo de operación:	Trabajos aéreos - Comercial - Lucha contraincendios
Fase de vuelo:	Despegue vertical
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	28/Junio/2023

Sinopsis

Resumen:

El miércoles 20 de julio de 2022, el helicóptero AS-350-B3, matrícula EC-LBU, impactó con una valla electrificada durante la maniobra de despegue.

La aeronave formaba parte de una misión de lucha contra incendios en el Parque Natural Sierra Norte en el municipio de Tortuero de la provincia de Guadalajara y procedía al despegue tras dejar en tierra a una brigada en una zona abrupta cercana al incendio.

El piloto aterrizó de forma inmediata, resultando ileso. El helicóptero resultó con daños importantes en el rotor de cola y principal y en el estabilizador horizontal.

La investigación ha puesto de manifiesto como causa probable del accidente una maniobra no conforme con los límites de la zona elegida para la operación, lo que originó el impacto del rotor de cola con el cable aéreo de una valla electrificada, arrastrando la varilla de sujeción al terreno que impactó con el fuselaje y el rotor principal.

Como consecuencia de los daños en el helicóptero, el piloto tuvo que realizar un aterrizaje de emergencia sobre el camino desde el que había despegado.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El 20 de julio de 2022, a las 08:00 UTC, la aeronave Eurocopter AS-350-B3 2B1, con matrícula EC-LBU, operada por Pegasus Aviación, despegó del aeródromo y base de extinción de incendios de Hiendelaencina-Las Minas en la provincia de Guadalajara, también conocido como aeródromo de Villares de Jadraque.

En la base había posicionados dos helicópteros del tipo AS-350-B3 que trabajaban en formación y que fueron activados para actuar en un incendio forestal a unas 10 millas de la base, en Valdepeñas de la Sierra.

Ambos helicópteros se dirigieron al incendio en el que ya estaban actuando varios medios aéreos, con el personal de las brigadas a bordo y equipados con helibaldes para realizar descargas de agua sobre el incendio.

Orbitaron para reconocer el terreno y valorar en qué zona aterrizar tras recibir la autorización para entrar y descargar a las brigadas.

El punto 1 de la formación decidió tomar en un área en la que solo cabía un helicóptero, de manera que deberían entrar uno detrás de otro. El helicóptero EC-LBU actuaba como punto 2 de la formación y mientras esperaba a que el punto 1 descargara la brigada, el piloto según su testimonio, advirtió que estaba en la trayectoria del carrusel de helicópteros en descarga de agua, por lo que decidió apartarse y valorar mientras tanto, otro punto de toma.

Fotografía 1: Aeronave EC-LBU en el lugar del suceso

La zona elegida para desembarcar a la cuadrilla forestal fue un camino que estaba, según la información del piloto, en una zona no confinada, con viento de cara y con posibles vías de escape ladera abajo por si surgía cualquier complicación. La zona era una zona de montaña, con ladera descendente sobre el camino, con un talud al otro lado del camino a unos 255º rumbo O. Dado que el camino estaba muy cubierto de polvo, según el piloto, decidió “barrerlo” desde un vuelo estacionario alto.

Tras el estacionario alto, el helicóptero pudo hacer una toma normal, aterrizando sin ningún problema en el medio del camino, dejando el helicóptero paralelo al mismo, observando que a ambos lados había un pastor eléctrico consistente en un hilo metálico sujeto a unas varillas de hierro.

Desembarcó la brigada sin contratiempos y desplegaron el helibalde para las posteriores cargas de agua.

El piloto, según su testimonio, se dispuso a elevarse a estacionario realizando pequeñas correcciones de pedal para salir a vuelo de nuevo. En ese momento, notó una vibración muy fuerte en los mandos de vuelo que dificultaban el control de la maniobra de vuelo estacionario, por lo que inmediatamente decidió realizar, lo que el piloto denominó una autorrotación desde estacionario y posicionar de nuevo el helicóptero sobre el camino. Automáticamente, según indicó el piloto, bajó el paso colectivo y cortó gases para intentar posar el helicóptero cuanto antes de manera segura.

Al salir del helicóptero, ileso y por su propio pie, visualizó el cable del pastor eléctrico que se había enganchado al rotor de cola arrastrando la varilla metálica. La misión tuvo una duración total de 38’ y de 33’ de vuelo.

1.2. Lesiones a personas

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

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió daños en el rotor de cola, estabilizador horizontal y rotor principal.

1.4. Otros daños

Daños menores producidos en el vallado electrificado.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto

El piloto de 41 años tenía licencia de piloto comercial de helicóptero, CPL(H), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 15/01/2014 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación de tipo AS-350/EC-130/SP monopiloto válida hasta el 31/10/2022,
- Habilitación de tipo Bell 212/412/SP monopiloto válida hasta el 31/01/2023,

El piloto disponía del certificado de aptitud en la operación de lucha contra incendios con helicópteros sencillos con validez hasta el 30/05/2023 emitido por el operador.

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 10/11/2022 para la clase 1 en operaciones comerciales con un solo piloto transportando pasajeros, y hasta el 10/05/2023 para la clase 1 (general) y el 18/06/2023 para las clases 2 y LAPL.

Su experiencia total de vuelo era de 694:54 h, de ellas, 96:34 h eran en el tipo de aeronave del accidente (monoturbina) y 561:20 horas de vuelo, en otros tipos de helicópteros biturbinas como el Hughes 269, BELL 412 y BELL 212.

Como piloto a los mandos disponía de 473:30 h de vuelo y en particular en lucha contra incendios, 356:31 h durante 8 campañas continuadas desde 2014.

En cuanto a la actividad reciente, el día anterior al del suceso realizó 4 vuelos con una duración total de 7:51 h y 7 aterrizajes, iniciado el primer vuelo a las 09:05 h y finalizando la actividad a las 19:15 h. En los 5 días previos al suceso había volado todos los días con un total de 21:34 horas y 27 aterrizajes sin ninguna incidencia.

El último entrenamiento recurrente en el tipo de aeronave AS-350-B3 2B1 y la última verificación de competencia del operador en el tipo fueron realizados el 03/05/2022 con una duración de 1 h.

En cuanto a la operación de LCI, el último entrenamiento y verificación de competencias realizados por el piloto en la aeronave AS-350-B3 fueron realizados el 17/05/2022 en dos vuelos de duración total de 2:12 h. Este entrenamiento incluía la práctica de despegues verticales en zonas confinadas y de ladera.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave Airbus Helicopters AS-350-B3 2B1 matrícula EC-LBU y n/s: 4780 es un helicóptero ligero monomotor construido en 2009, con capacidad hasta seis plazas,

equipado con una turbina Turbomeca Arriel 2B1 (MTOP[1] 557 kw) n/s: 46275, cuya aviónica incluye un VEMD[2] electrónico, FLI[3] y FADEC[4].

I. Características principales

- Peso en vacío: 1.372,56 kg.
- Peso máximo al despegue: 2.250 kg.
- Dimensiones
  - Diámetro del rotor principal: 10,69 m (3 palas)
  - Diámetro del rotor de cola: 1,86 m (2 palas)
  - Longitud total: 12,94 m
  - Longitud fuselaje: 10,93 m
  - Anchura: 1,87 m
  - Altura total: 3,14 m
- Actuaciones:
  - Velocidad nunca exceder: 155 kt
  - Velocidad de crucero: 140 kt
- Rotor principal: de tipo semirrígido con cabeza de rotor *Starflex* de tres palas.
- Palas del rotor principal realizadas en materiales compuestos.
- Sistema hidráulico único.
- Rotor de cola: del tipo *flexible seesaw*[5] hecho principalmente de materiales compuestos.

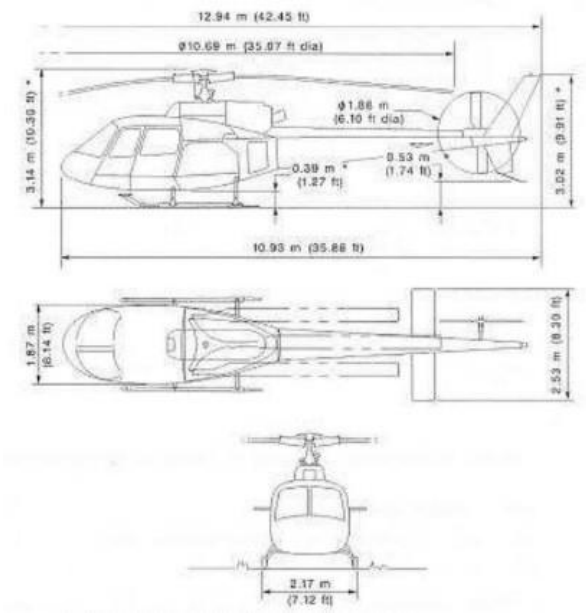


Figura 1: Aeronave AS-350-B3

El piloto repostó combustible al inicio de la misión disponiendo de 357 litros de combustible.

Cuando finalizó contaba con 270 litros, en consecuencia, considerando el peso del piloto como único ocupante en el momento del accidente, más el peso de la aeronave y su equipamiento, el peso total durante la operación era de 1.817.56 kg, por tanto, el peso máximo era inferior al máximo permitido y sus actuaciones no estaban afectadas por ninguna limitación.

[1] MTOP: Maximum take-off power – Potencia máxima al despegue.
[2] VEMD: Vehicle and Engine Multifunction Display - Sistema compuesto por dos pantallas multifunción LCD que se utiliza en el modo de vuelo, para monitorizar el motor y el helicóptero, uno en cada pantalla, optimizando y proporcionando al piloto el cálculo de los parámetros de la misión.
[3] FLI: First Limit Indicator – Primer indicador de límites de vuelo del motor.
[4] FADEC: Full Authority Digital Engine Control, control completo digital del motor.
[5] Tipo Flexible Seesaw - Tipo de rotor de cola de balancín flexible.

II. Panel de Instrumentos

Fotografía 2. Panel de instrumentos de la aeronave del suceso

III. Procedimientos operativos

A continuación, se incluyen los procedimientos operativos de interés para la investigación según el manual de vuelo de la aeronave.

Procedimientos normales

- **Despegue**

Se despegará incrementando gradualmente el paso colectivo y manteniendo el vuelo estacionario, de cara al viento, a una altura de alrededor de los 5 ft.

Comprobar que los instrumentos de monitorización de la transmisión y el motor están dentro de los valores normales de operación.

Para la transición del vuelo estacionario, se incrementará la velocidad sin incrementar la potencia demandada y sin ascender hasta que la velocidad sea de 40 kt.

- **Aterrizaje**

Desde vuelo estacionario, reducir el paso colectivo gradualmente hasta que se haga la toma de contacto, entonces se podrá cancelar completamente el paso colectivo.

Si aterriza en pendiente, antes de configurar el paso colectivo en su posición más baja, deberá retornar la palanca de control cíclico a neutro.

Procedimientos de emergencia

- **Fallo de transmisión del rotor de cola**

La pérdida del rotor de cola en vuelo con potencia del motor da como resultado un movimiento de guiñada hacia la izquierda; el alcance de dicha rotación dependerá de la configuración de potencia y velocidad en el momento en que ocurra el fallo.

En el caso de fallo del rotor de cola en vuelo estacionario o con baja velocidad en situación IGE se deberá colocar el puño de gases en posición de ralentí y amortiguar la toma de contacto tirando de la palanca del paso colectivo.

Procedimientos operacionales normalizados (SOP)

Los criterios de selección del punto de toma vienen definidos según el MO PARTE C del operador en los SOPs establecidos en relación con:

▪ Operaciones en lugares de aterrizaje no preparados.
▪ Operaciones en montaña.

- **SOP para operaciones en lugares de aterrizaje no preparados**

Este procedimiento incluye los siguientes apartados:

(A) NATURALEZA Y COMPLEJIDAD DE LA OPERACIÓN
(B) EQUIPO DE LA AERONAVE
(C) TRIPULACIÓN DE VUELO
(D) OTRO PERSONAL
    Personal operativo
    Personal adicional especialista
    Personal adicional
    Personal de apoyo en tierra
(E) PERFORMANCE
(F) PROCEDIMIENTOS NORMALES
    (1) Técnicas de Vuelo
    (2) Procedimientos de tierra
(G) PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA
    (1) Procedimientos operativos

(2) Procedimientos en tierra

En el apartado F del SOP se incluyen las instrucciones para la selección del punto de aterrizaje en un lugar no preparado detallando los requisitos respecto al control de la velocidad y la altura, los tipos de reconocimiento a realizar, las maniobras en el área confinada y los distintos tipos de despegues.

- **SOP para operaciones en montaña**

Este procedimiento incluye los siguientes apartados:

(A) NATURALEZA Y COMPLEJIDAD DE LA OPERACIÓN
(1) Naturaleza de la actividad
(2) Complejidad de la operación
(3) Área geográfica
(4) Evaluación y valoración del riesgo en la actividad
(B) EQUIPO DE LA AERONAVE
(1) Aeronaves
(2) Equipos
(C) TRIPULACIÓN DE VUELO
(1) Composición de la tripulación
(2) Requisitos
(3) Capacitación y experiencia
(D) OTRO PERSONAL
Personal operativo
Personal adicional especialista
Personal adicional
Personal de apoyo en tierra
(E) PERFORMANCE
(F) PROCEDIMIENTOS NORMALES
(1) Técnicas de vuelo
(2) Procedimientos de tierra
(G) PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA
(1) Procedimientos operativos
(2) Procedimientos en tierra

En el apartado F del SOP se incluyen las instrucciones para la selección del punto de aterrizaje en zonas de montaña detallando los requisitos respecto al control de la velocidad, la altura y la actitud de vuelo, la línea de vuelo y los tipos de reconocimiento a realizar, y las maniobras de aproximación y despegue en los distintos tipos de orografía de montaña, picos y hondonadas.

1.6.2. Registro de mantenimiento

Esta aeronave fue construida en 2009 con nº. de serie: 4780. El mantenimiento era realizado por un centro de mantenimiento aprobado por AESA, según el programa de mantenimiento aprobado ref.: CVO-PM-AS350B3-03, ed.1, rev.14 del 05/05/2022.

Según dicho programa de mantenimiento, las revisiones periódicas de la célula con diferentes alcances y profundidad se deben realizar diariamente, cada 10 FH o 7 días, 150 FH o 12 meses, 600 FH o 24 meses, 1200 FH o 48 meses (lo que antes ocurra); y las de motor, diariamente, cada 15, 25, 30, 50, 150, 300, 600 FH y cada 15 años.

Además, tras un incidente operacional o ante condiciones atmosféricas especiales se deben realizar inspecciones no programadas definidas en el MSM[6].

Dentro de las inspecciones diarias se encuentran:
• BFF: Antes del primer vuelo del día (*before the first flight of the day*)
• TA: La inspección visual general de la aeronave *(Turn around)*
• ALF: Después del último vuelo del día *(after the last flight of the day)*

Las últimas revisiones de mantenimiento preventivo realizadas al helicóptero fueron:

- 13/07/2022: BFF, ALF y las tareas del grupo G04.
- 18/07/2022: BFF, ALF, las tareas del grupo G04 y las de una revisión periódica de 25 FH.
- 19/07/2022 BFF, ALF, las tareas del grupo G04 y las de las revisiones periódicas de 25, 30 y 100 FH completando el conjunto de tareas de los grupos G05, G06 y G08 respectivamente.

Y las últimas revisiones de motor:

- 06/07/2022: revision de 30 FH.
- 07/07/2022: revision de 25 FH.
- 20/07/2022: BFF, TA y revisión de 15 FH.

En cuanto a las revisiones de mantenimiento correctivo las últimas fueron realizadas el 14 y 15/07/2022 actuando sobre el rotor principal.

La aeronave se encontraba al día en la implementación de los boletines de servicio y directivas de aeronavegabilidad aplicables del fabricante, habiendo sido implementadas las últimas de aeronave el 30/06/2022.

En el momento del accidente el helicóptero tenía un registro acumulado de 2308:00 FH y 13.587 aterrizajes, y el motor de 3501:00 FH.

El día anterior al del suceso, el 19/07/2022, la aeronave realizó 4 vuelos de alrededor de 2 h de duración cada uno iniciando el primer vuelo a las 9:05 h y finalizando el último a las 19:15 h. El 18/07/2022 realizó 4 vuelos de duración entre 1:20 y 2 h cada uno, iniciando el primer vuelo a las 10:05 h y finalizando el último a las 19:41 h.

[6] MSM: *Master Service Manual* – Manual de Servicio del helicóptero

En ninguno de ellos se reportó ningún tipo de fallo de la aeronave o incidencia durante el vuelo.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con número de serie 4780 y matrícula EC-LBU, según registro de matrículas activas de la AESA, fue matriculada a nombre del actual propietario el 29/12/2020, con número de registro 8641. El explotador y arrendador de la aeronave disponía de aprobación para el tipo de operación de trabajos aéreos en LCI.

La aeronave disponía del Certificado de Aeronavegabilidad nº 6921, emitido por AESA el 01/07/2009, de validez indefinida en la categoría de “Helicóptero pequeño” y denominación “Eurocopter AS-350-B3”, así como de un certificado de revisión de la aeronavegabilidad ref.: ES.ARC-LBU-005, válido hasta el 27/09/2022 emitido cuando la aeronave tenía 2228 horas de vuelo.

1.7. Información meteorológica

Se consultó a AEMET la información meteorológica en el momento y lugar del suceso. La imposibilidad de contar con una estación *in situ* requirió la selección de dos estaciones meteorológicas alternativas la del Pantano El Vado situada a 9,5 km de distancia del lugar del accidente y la de Buitrago del Lozoya, situada a 20,9 km. Los registros de ambas estaciones mostraban vientos flojos con rachas de baja intensidad, temperaturas alrededor de los 27ºC y humedad relativa entre el 30 y 40%, sin mostrar ningún registro de fenómenos meteorológicos relevantes, por lo que se considera que las condiciones meteorológicas no eran limitativas para la operación.

El piloto consultó la información meteorológica y la emisión de NOTAM de información aeronáutica que pudiera afectar a la zona del vuelo en la fecha y hora en el que se produjo el accidente, constatándose que no se emitió ninguno.

1.8. Ayudas para la navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas de vuelo visual (VFR).

1.9. Comunicaciones

La aeronave estaba equipada con un sistema de comunicaciones VHF COMM 1 modelo Garmin GNS430w, VHF COMM 2 modelo BENDIX KING KX 165 A y transpondedor Garmin GTX 330. Estos sistemas funcionaron correctamente y no son relevantes en las causas del suceso.

En cuanto a la coordinación y las comunicaciones de los medios aéreos durante la operación de LCI se realizó según el SOP-LCI por el Centro de mando, el Jefe de extinción y el Coordinador de medios aéreos, contemplando que la aeronave del suceso no era la primera en llegar al incendio y que el establecimiento del Área de Vuelo de Incendios era cambiante durante la evolución del incendio. El piloto en contacto por radio con el Coordinador de medios aéreos tiene que ser informado en todo momento del circuito de

espera, el circuito de trabajo, la autorización para ingresar en la zona de operaciones del incendio, los riesgos/peligros de la zona, la zona de carga, de desembarque de la brigada, la orden de lanzamiento de agua y por último, completada la misión, su salida de la zona del incendio.

Este procedimiento fue llevado a cabo estableciendo las comunicaciones pertinentes para la coordinación con el resto de los medios aéreos intervinientes en la actuación.

1.10. Información del lugar del accidente

La actuación de LCI se produjo en el incendio forestal producido en Valdepeñas de la Sierra que se extendió al municipio de Tortuero en el Parque Natural Sierra Norte de Guadalajara (España).

Dado que en la zona estaban actuando diversos medios aéreos, que en el área disponible para el aterrizaje y desembarco de brigadas solo cabía un helicóptero y que la aeronave del suceso actuaba como punto 2 de la formación, cuando el piloto identificó que se encontraba en la trayectoria del carrusel de helicópteros en descarga de agua, decidió apartarse y valorar otro punto de toma.

La zona seleccionada fue un camino forestal que estaba en una zona no confinada, tenía el viento de cara y además disponía de una posible vía de escape ladera abajo ante cualquier emergencia. Estos fueron los criterios de selección según la declaración del piloto.

Se trataba de una zona de montaña, con ladera descendente sobre un camino forestal de unos 3 m de ancho, con un talud al otro lado del camino, con 255º rumbo O (fotografía 3).

Fotografía 3. Talud de pendiente descendente desde el lugar del suceso

Fotografía 4. Posición de la aeronave sobre el talud descendente

El camino se encontraba delimitado a ambos lados por un pastor eléctrico de los utilizados para la contención del ganado.

Al despegar de nuevo, fue cuando se produjo el accidente. La aeronave impactó contra el cable aéreo del pastor eléctrico deteniéndose en el punto de coordenadas 40° 56' 29,5" N; 3° 22' 51.3" O, con su eje longitudinal paralelo al eje del camino forestal sobre el que quedó detenida, en rumbo noreste.

La valla electrificada estaba constituida por un hilo conductor aéreo sujeto a varillas de acero macizo de 8 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.

Las varillas se encontraban oxidadas lo que dificultaba su visibilidad y estaban separadas entre sí, a una distancia aproximada de 6 m, con uno de sus extremos insertados verticalmente en el terreno unos 40 cm, manteniendo la tensión del tendido.

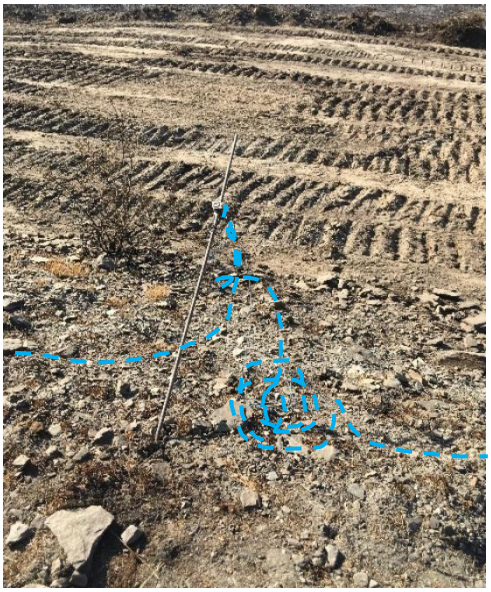
El hilo conductor consistía en una delgada línea de nylon azul y acero trenzados, de aproximadamente 3 mm de diámetro.

En la fotografía 6 se muestra la varilla encontrada entre 6 y 7 m por delante de la aeronave sin restos de hilo conductor ni aislante de sujeción.

En las fotografías 7 y 8 se observan dos varillas con su hilo conductor cortado en uno de los extremos todavía enganchado al aislante circular de sujeción. En ambas fotografías se ha remarcado en azul su trazado para una mejor identificación, dada la dificultad de visualización del cable.

Fotografía 5. Posición de la aeronave en el camino forestal

Fotografía 6. Varilla de pastor eléctrico desprendida



Fotografía 7. Varilla de pastor eléctrico doblada tras el accidente

Fotografía 8. Varilla de pastor eléctrico doblada tras el accidente con extremo de cable eléctrico

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, ya que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves, aunque sí disponía de un sistema VEMD y un sistema de seguimiento de flota.

1.11.1. VEMD (Vehicle and engine management display)

El helicóptero disponía de un sistema de monitorización de la gestión del vehículo y el motor, que consta de una pantalla multifunción, ubicada en la parte central del panel de instrumentos, en la que se muestran los parámetros del motor y de la aeronave.

Este sistema registra las excedencias que hayan podido producirse en los parámetros que monitoriza, tales como régimen de giro del rotor principal, par, velocidades de giro del compresor y de la turbina libre, etc.

Se descargaron los datos correspondientes al vuelo del accidente, constatándose que no se había registrado ninguna excedencia. Los registros mostraban una duración de vuelo de 38’, registrando ciclos de motor con valores de Ng: 1.18 y Nf: 0.50.

1.11.2. Sistema de seguimiento de flota

El helicóptero disponía de un sistema de seguimiento de flota del que se recuperaron los datos de vuelo correspondientes a la misión del suceso. Se registraron y analizaron los siguientes parámetros interesantes para la investigación: Tiempo – Latitud – Longitud – Altitud – Track – Velocidad - Tipo del evento.

Los datos se registraron en intervalos de 15” entre las 10:01:26 h (momento del *startup*) y las 10:40:03 h (momento del *shutdown*) según la trayectoria mostrada en la figura 2.

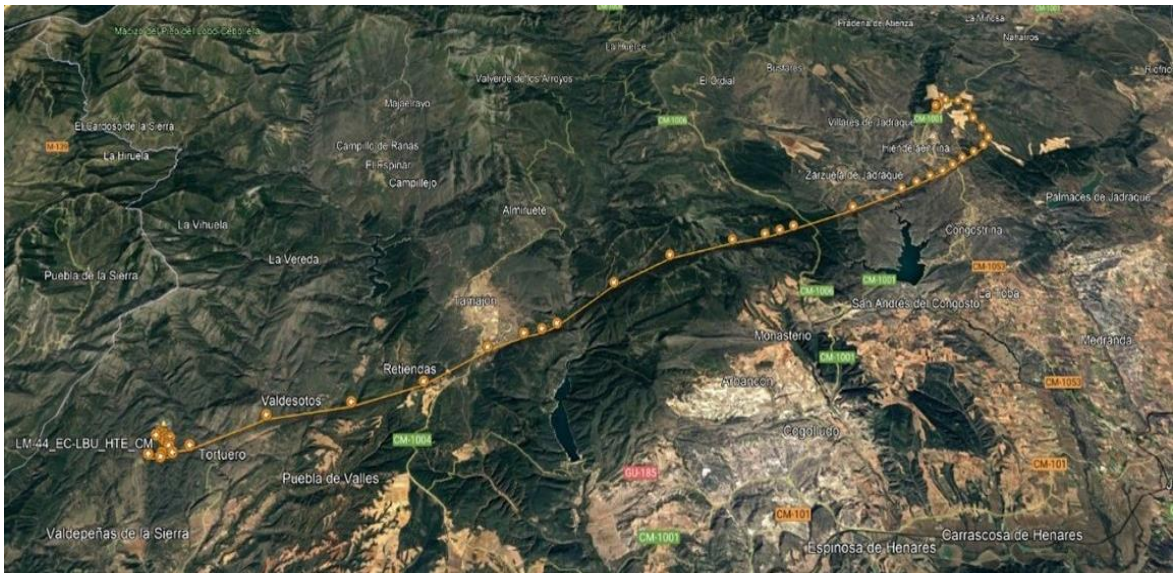


Figura 2: Trayectoria del vuelo del suceso

Desde el momento en el que el helicóptero aterrizó (altitud 1012 m) para desembarcar a la brigada, preparar el helibalde para su uso y proceder de nuevo al despegue para continuar con la misión de lucha contra incendios, transcurrieron 4’15” (desde las 10:33:15 h hasta las 10:37:30 h). En ese momento ascendió 5 m con orientación 112º y velocidad 1 km/h (fase I de la figura 3).

A los 15” (10:38:00 h) ascendió 3 m más girando a orientación 106º en sentido antihorario (fase II de la figura 3), para descenderlos en los siguientes 15” (10:38:15 h) girando a orientación 233º en sentido horario (fase III de la figura 3).

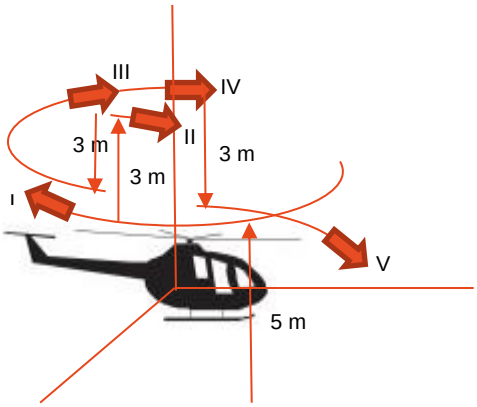


Figura 3: Variaciones de orientación y altura en el tramo final del vuelo

A las 10:38:30 h manteniendo la altitud de 1017 m, continuó girando a orientación 272º y 0 km/h (fase IV de la figura 3), volviendo a orientación 0º inicial (fase V de la figura 3) a las 10:38:45 h descendiendo 3 m (altitud 1014 m). Con esta orientación alcanzó los 1009 m de altitud y a las 10:40:03 h la aeronave se detuvo definitivamente en tierra.

Este vuelo comprendido entre la fase I y la V descrito anteriormente con duración total de 2’ 33” es el vuelo en el que se produjo el impacto con el pastor eléctrico cuya trayectoria puede verse en las figuras 4 y 5.

Figura 4: Fase final de la trayectoria del vuelo del suceso

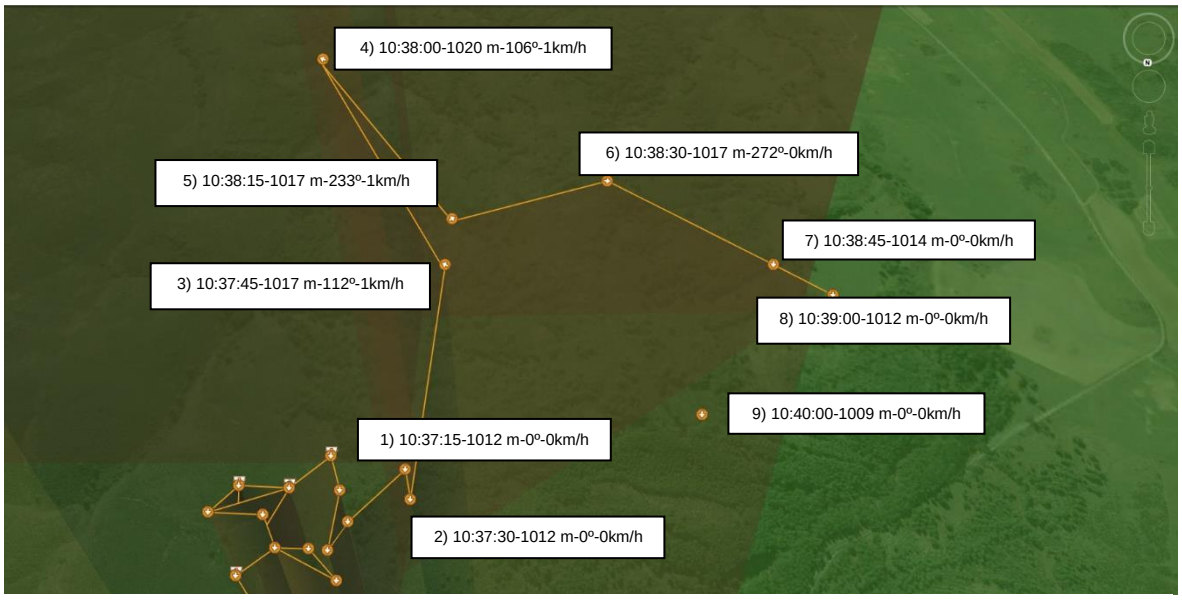


Figura 5: Datos registrados en el tramo final del vuelo del suceso

1.12. Información sobre los daños en la aeronave y la zona del accidente

Después de desembarcar a la brigada cuando el piloto despegó para continuar con su misión, mientras se encontraba en vuelo estacionario, se produjo un desplazamiento lateral del cono de cola que causó el impacto con el cable aéreo del pastor eléctrico. Cuando el piloto salió de la aeronave pudo comprobar que el hilo conductor del pastor eléctrico se había enrollado en el rotor de cola arrastrando una de las varillas de sujeción al terreno que fue encontrada a unos 6 o 7 metros por delante de la aeronave.

La aeronave se detuvo prácticamente en el punto del camino forestal de donde había despegado, sin producir marcas en el terreno. Solo se apreciaban restos de materiales pertenecientes a las palas en el entorno del helicóptero.

Tanto en el rotor de cola como en el rotor principal se apreciaban marcas del impacto contra el trenzado del hilo conductor y con la varilla metálica de sujeción al terreno.

Los daños identificados en el helicóptero tras el suceso fueron los siguientes:

1. Rotor de cola

El rotor de cola quedó destruido con daño mecánico en la horquilla (*tail rotor yoke*).

- Palas de rotor de cola dañadas.
- Sistema de accionamiento del rotor de cola: daños en el carenado que recubre la caja de engranajes (*gear-box*), con tornillos de fijación al cono de cola sueltos.

Remaches desprendidos con grandes grietas en los soportes estructurales donde va instalada la caja de engranajes.

- *Quill* o acople de entrada dañado, separando los engranajes de la *gearbox*, doblando los *flexible coupling* que unen el tramo del rotor de cola con la TGB *(tail gearbox)* y dañando la conexión de cambio de paso.

Fotografía 9: Palas del rotor de cola dañadas

Fotografía 10: Daños en el sistema de accionamiento del rotor de cola

Fotografía 11: Daños en *quill* de entrada del rotor de cola y *flexible coupling*

Eje de transmisión del rotor de cola: Los rodamientos que soportan el eje se encuentran todos fuera de su alojamiento. Se aprecia desplazamiento del eje hacia delante por rotura de la TGB. Los carenados que recubren el tramo se encuentran marcados interiormente en la zona de los *flexible couplings*.

- Los *flexible coupling* que unen el módulo 5 del motor *(reduction gearbox)* con el eje de cola doblados.

Fotografía 12: Engranajes en eje de transmisión del rotor de cola

Fotografía 13: *Flexible couppling* dañado

2. Estabilizador horizontal

Rotura en borde de salida.

Fotografía 14: Rotura en estabilizador horizontal

3. Cono de cola (*tail boom*)

Daños mayores tanto en su estructura primaria como en el recubrimiento desde la zona del estabilizador horizontal hacia atrás. Presenta abolladuras muy profundas y grietas. La antena de VHF dañada.

Fotografía 15: Daños en cono de cola

4. Estabilizador vertical

Pequeñas abolladuras en el estabilizador vertical inferior en el borde de ataque del perfil del lado del rotor de cola.

5. Palas del rotor principal

Se aprecian daños en dos de las tres palas del rotor principal, la amarilla y la azul. En la pala azul se identifica un impacto en el borde de ataque, con daños en la viga principal. En la pala amarilla se aprecia desprendimiento de material en la punta de pala.

Fotografía 16: Daños en palas del rotor principal

1.13. Información médica y patológica

No se encontró prueba de que la actuación del piloto se haya visto afectada por factores fisiológicos o incapacitantes.

1.14. Incendio

No se produjo ningún incendio en la aeronave.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

La cabina del helicóptero mantuvo su estructura intacta y los citurones de seguridad funcionaron con efectividad.

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

1.16. Ensayos e investigaciones

No han sido requeridos ensayos especiales.

1.17. Información organizativa y de dirección

El operador disponía de un certificado de operador especial (COE[7]) en vigor, emitido el 27/08/2021 por AESA, autorizando las operaciones aéreas con fines comerciales de lucha contra incendios y de búsqueda y rescate. Además, contaba con aprobación EASA Parte-145 como organización de mantenimiento para la aeronave del suceso tanto en base como en línea.

La actividad realizada en el vuelo del accidente era de lucha contra incendios por lo que se encontraba regulada por el Real Decreto 750/2014, de 5 de septiembre, en el que también se aprobaban las normas aplicables para dichas actividades aéreas incorporadas como anexos del I al IV.

El manual de operaciones en vigor en su Parte A para LCI y SAR (MO-A) ed.3 rev.8 incorpora los requisitos del real decreto mencionado, siendo en particular los relativos a la experiencia del piloto al mando, los establecidos en TAE.ORO.FC.LCI.212 para la operación de LCI[8]:

	PIC	ACT	ASC	PICmin
Helicóptero				
Observación y patrullaje	200	–	–	–
Coordinación	300	30	–	200
Lanzamiento de agua y Traslado de personal adicional especialista	500	50	100	400

Figura 6: Requisitos de experiencia en LCI

En cuanto a la experiencia reciente, el operador requiere en su MO-A que ningún piloto opere una aeronave:

- como piloto al mando, a menos que haya llevado a cabo en los 90 días anteriores, al menos 3 despegues, aproximaciones y aterrizajes en una aeronave del mismo tipo o clase o en un simulador que represente dicho tipo o clase. Los 3 despegues y aterrizajes deben llevarse a cabo en operaciones multipiloto o monopiloto, dependiendo de las atribuciones del piloto, y
- como piloto al mando en operaciones de LCI que requieran lanzamiento de agua, a menos que haya llevado a cabo en los 90 días anteriores, al menos 3 operaciones de carga y descarga de agua con una aeronave del mismo tipo o clase o simulador que presente dicho tipo o clase.

Para la actividad de LCI según el MO del operador solo puede ser designado como piloto de alta experiencia si dispone de la habilitación de tipo en la aeronave en la que desarrolle sus funciones, debiendo acreditar un mínimo de 600 horas de PIC, de las cuales, 100 horas deberán de haber sido hechas en la actividad de LCI y 50 horas en el tipo de aeronave

[7] COE: Certificado de Operador Especial

[8] ACT: experiencia en horas de vuelo en actividades relevantes

ASC: experiencia en horas de vuelo en aeronaves de similares características

PICmin: experiencia previa mínima en horas de vuelo como piloto al mando

correspondiente. Adicionalmente deberá poder acreditar alguna de la siguiente experiencia:

- más de 5 campañas;
- más de 3 campañas, entre ellas las dos últimas;
- como instructor agroforestal.

En relación con las limitaciones de tiempo de vuelo y los descansos que garanticen una operación segura, según el MO en LCI con helicópteros se establece que los vuelos no excederán de 2 h de vuelo, con paradas intermedias de por lo menos 40’ por cada 2 h de vuelo, y en vuelos inferiores a 2 h, 20’ de parada intermedia por cada hora de vuelo o 10’, lo que sea mayor.

Todo período de presencia física deberá estar precedido de un periodo de descanso con una duración mínima de 10,5 h.

El piloto al mando del suceso cumplía con los requisitos de experiencia establecidos para la actividad de LCI, así como se contemplaban los períodos de descanso y limitaciones de vuelo requeridos. Así mismo, la operación se realizó respetando las limitaciones incluidas en el punto 1.2 del MO Parte B para el tipo de helicóptero del suceso AS350-B3 y siguiendo los procedimientos operativos normales.

En cuanto al entrenamiento específico del piloto al mando en el tipo de aeronave y la operación del suceso, según la Parte D del MO, la organización contaba con aprobaciones adicionales que le permitían la impartición de entrenamientos recurrentes de tipo y verificaciones de competencia para operación LCI. En particular el piloto del suceso había recibido ambos, dos meses antes del suceso, por lo que los requisitos del MO fueron contemplados.

La organización contaba además con procedimientos normales, anormales y de emergencia para la operación LCI según el MO-B 12.3 y SOP-LCI-H Ed.: 03; Rev.: 02 de fecha 20/08/2021, donde se contemplan los siguientes aspectos de interés para la investigación:

- Los criterios de selección de puntos de toma para operaciones en lugares de aterrizaje no preparados y/o de montaña.
- La complejidad de la operación implica contemplar que se trata de vuelos con características especiales tales como:
    - baja altura
    - poca velocidad
    - vuelos cercanos a los límites operativos del helicóptero
    - áreas hostiles con densidad media-alta de tráficos aéreos, ya que pueden coincidir diversos medios aéreos en espacios de tamaño reducido y diferentes categorías
    - necesidad de aterrizaje cercano para descarga de cuadrillas
    - necesidad de punto de recogida de agua en las cercanías
    - baja visibilidad en algunas zonas debido al humo
    - turbulencias provocadas por el propio incendio

Además, según el MO si el piloto al mando de una aeronave es conocedor de que no es la primera aeronave en llegar al incendio, deberá actuar teniendo en cuenta que alrededor del incendio se deberá establecer un Área de Vuelo de Incendios de un radio proporcional a la magnitud del mismo y que irá cambiando según su evolución. Se establecen los anillos de contacto inicial con los medios aéreos entrantes, el de aproximación a la zona, el de operaciones del incendio, la zona de maniobras para descargas, las notificaciones entre los diversos medios, el reconocimiento e identificación de la zona del incendio para buscar la zona de aterrizaje más adecuada para el desembarque de las brigadas, los circuitos de espera, los riesgos y peligros por la presencia de cables o torres de baja o alta tensión, etc.

1.18. Información adicional

No es de aplicación.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en la zona y entorno horario del suceso fueron unas condiciones no limitativas para el vuelo, el viento no era significativo, las rachas eran de baja intensidad y no se constató ningún fenómeno meteorológico relevante.

El único aspecto a considerar es que la visibilidad estaba limitada por el humo y el polvo en suspensión del camino forestal generado por el incendio y los medios aéreos de la zona, incluida la aeronave del suceso, durante su operación.

El hecho de que la aeronave aterrizara en la ladera de la loma para facilitar el desembarco de la brigada de LCI y su acceso al incendio ladera arriba, situaba al helicóptero en una zona de turbulencias provocadas por la orografía del terreno y las altas temperaturas producidas por el propio incendio.

Aunque no se registró ningún fenómeno meteorológico adverso, las condiciones específicas derivadas del incendio producen fenómenos que no pueden ser registrados, pero que afectan al tipo de vuelo de LCI. En particular, la baja visibilidad y las turbulencias locales producidas en la zona pudieron contribuir a la dificultad de control durante el despegue, produciendo un giro del helicóptero que ocasionó el impacto del rotor de cola con el cable aéreo del pastor eléctrico.

2.2. Análisis de los restos de la aeronave

Como consecuencia de la inspección de la aeronave en el lugar del accidente, así como la realizada por el operador en sus instalaciones de mantenimiento, se concluye que los

daños graves producidos en el helicóptero son coherentes con los testimonios facilitados y las evidencias.

El mantenimiento del helicóptero era adecuado y se encontraba al día en sus revisiones periódicas y de implementación de boletines de servicio y directivas del fabricante, por lo que no se considera que se produjera ningún fallo operativo de la aeronave que pudiera haber contribuido al accidente.

En el lugar del accidente no se produjeron huellas en el terreno, salvo las identificadas como consecuencia de los daños producidos en el pastor eléctrico y la localización, en el entorno de la aeronave, de pequeños trozos de materiales correspondientes a las palas de los rotores de cola y principal.

El piloto, tras identificar una fuerte vibración en los mandos de vuelo que dificultaban el control de la maniobra de vuelo estacionario, posicionó de nuevo el helicóptero sobre el camino de forma controlada, sin producir ningún tipo de impacto o contacto brusco con el terreno.

Se constató que el cable aéreo del pastor eléctrico que delimitaba el camino por su ladera descendente, en el lado izquierdo del piloto, estaba interrumpido. Dos de las varillas metálicas de sujeción se encontraban inclinadas y dobladas hacia el terreno con el cable roto y distendido en uno de los extremos, en ambas varillas. Otra de las varillas se encontró a unos 6 o 7 m por delante de la aeronave, doblada a una altura de unos 40 cm coincidente con la zona que se inserta en el terreno para su fijación. Esto es coherente con que la varilla fuera arrastrada y extraída del terreno con brusquedad ocasionando su doblado, proyectándola con fuerza por delante de la aeronave.

Considerando las marcas y los daños identificados en las palas del rotor de cola y su sistema de accionamiento y transmisión, se concluye que el cable aéreo del pastor eléctrico fue alcanzado por el rotor de cola, enrollándose en el rotor, tensando el cable hasta romperlo dejando las huellas del trenzado de acero sobre la pala y produciendo el daño mecánico identificado en la horquilla del rotor de cola. Esa tensión del cable movió tres varillas del pastor eléctrico, las dos de los extremos doblándolas y la central arrastrándola hasta desenterrarla y proyectarla verticalmente hacia arriba contra el estabilizador horizontal de cola, dañando el borde de salida y despidiendo de nuevo la varilla hacia arriba.

A continuación, la varilla durante su proyección sobre la aeronave alcanzó el rotor principal, produciendo impactos y roturas en dos de las tres palas. En una de ellas, la amarilla, impactó en el intradós de la punta de pala provocando desprendimiento de material y a continuación impactó en la azul en el borde de ataque dañando la viga principal, lanzando la varilla al suelo. El tipo de daños, en forma y profundidad, es coherente con que una varilla de acero de 8 mm de diámetro fuera el causante de estos. Por lo tanto, las marcas y huellas identificadas son concordantes con esta posible sucesión de los hechos.

Dado que la longitud de la varilla era de 1,5 m de longitud, con unos 40 cm enterrados y con un aislante de tensado del cable a unos 90 cm del terreno, teniendo en cuenta que la altura desde el suelo hasta el área de actuación de las palas del rotor era de alrededor de

1 m, aunque la aeronave se encontraba alineada con el eje del camino y paralela al pastor eléctrico, en el momento que se produjo un desplazamiento lateral del cono de cola durante el ascenso, las palas del rotor de cola impactaron contra el cable.

Los daños derivados en ambos rotores, de cola y principal, fueron los que provocaron las fuertes vibraciones que alertaron al piloto, que, al no poder controlar la maniobra, decidió tomar tierra, comprobando al salir de la aeronave que se había producido un impacto con el cable aéreo del pastor eléctrico.

2.3. Análisis de la operación

El piloto del suceso cumplía con los requisitos de experiencia establecidos para la actividad de LCI. La operación se realizó respetando los períodos de descanso, las limitaciones de vuelo requeridas y las limitaciones del tipo de helicóptero, siguiendo los procedimientos operativos de acuerdo con el manual de vuelo de la aeronave.

En cuanto al entrenamiento específico del piloto, los requisitos de la organización según su MO fueron contemplados ya que había recibido en los últimos meses los entrenamientos recurrentes de tipo y las verificaciones de competencia para la operación LCI requeridos.

La propia operación de LCI implica una complejidad específica que dota a este tipo de vuelo de características especiales. En particular en el caso del suceso, el piloto era el punto 2 de la formación y en el área accesible para el aterrizaje en la zona solo cabía un helicóptero, por lo que tenía que esperar a que el punto 1 descargara su brigada y tomar por tanto en segundo lugar. Dado que había otros medios aéreos de diferentes categorías en el área y en un espacio reducido, al comprobar que durante su espera se encontraba en el carrusel de helicópteros en descarga de agua, decidió apartarse y valorar otro punto para la toma.

Esta decisión fue adecuada ya que contempló la evolución de las actuaciones de LCI modificando su vuelo para valorar otro punto de aterrizaje, a pesar de la dificultad que implicaba la selección de un lugar que con seguridad reuniría peores condiciones para la toma por la orografía de la zona. El piloto cumplió los procedimientos SOP’s para operaciones en lugares de aterrizaje no preparados y en montaña.

El piloto tuvo en consideración que el lugar estuviera cercano al incendio para el desembarque de la cuadrilla. Reconoció la zona e identificó un camino forestal que estaba en una zona no confinada, con viento en cara y que por su tamaño permitía el aterrizaje del helicóptero, además no había otra zona mejor para desembarcar a la brigada. En realidad, el camino estaba confinado lateralmente a la derecha de la trayectoria de aproximación; pero por su ubicación facilitaba adecuadamente, ladera arriba, el acceso al lugar de actuación de extinción, y, ladera abajo, permitiría una posible vía de escape en caso de surgir alguna complicación. El piloto, según su testimonio, identificó antes de tomar tierra, la presencia de un pastor eléctrico. Se trataba de una línea electrificada de las usadas para la contención de ganado, consistente en un cable metálico sujeto a unas varillas de acero que delimitaba ambos lados del camino forestal, por lo que era totalmente consciente de su existencia.

Las varillas de acero se encontraban oxidadas lo que dificultaba su visualización al mimetizarse con el terreno circundante haciéndolas prácticamente invisibles al ojo humano.

Realizó una aproximación controlada, aunque el camino estaba muy cubierto de polvo dificultando su visibilidad, lo disipó desde un vuelo estacionario alto y aterrizó sin problema en el espacio disponible, en medio del camino, siguiendo los procedimientos operativos normales.

Después del desembarque de la brigada y preparación del helibalde, se elevó de nuevo para continuar con la misión. Según los registros de la aeronave, en la zona de ladera abajo, se encontraba en un vuelo estacionario a baja altura, con influencia del efecto suelo, cuando el piloto realizó pequeñas correcciones de pedal y de manera inmediata notó una fuerte vibración en los mandos de vuelo que dificultaba el control de la maniobra, por lo que decidió realizar, una maniobra que denominó autorrotación desde el estacionario y tomar de nuevo en el camino. En realidad, según los registros, la aeronave no entró en autorrotación y el motor funcionó adecuadamente.

Esta fase duró 2’ 33” según los registros, los cuales confirman, además, que el cono de cola realizó varias guiñadas en sentido horario y antihorario, con pequeños ascensos y descensos, los cuales podrían responder a las pequeñas correcciones de pedal que indicó el piloto y los siguientes movimientos descontrolados. En una de las guiñadas, el rotor de cola alcanzó el cable aéreo del pastor eléctrico que estaba aproximadamente a 1 m del terreno derivando en la sucesión de hechos descritos en el apartado anterior.

La propia orografía del terreno favorecía la aparición de turbulencias en condiciones normales debido a las irregularidades, las diferencias de alturas entre los distintos puntos, las barreras naturales, la vegetación de la zona y las diferentes pendientes.

El efecto del incendio produjo además una elevación de temperaturas en la zona, facilitando la aparición de turbulencias adicionales por la ladera.

Las turbulencias provocadas por la orografía y por el propio incendio, aunque hubieran sido de poca intensidad pudieron contribuir a la necesidad de realizar las correcciones de pedal que hizo el piloto favoreciendo el impacto con el hilo conductor. El espacio estaba limitado dificultando una operación que ya era compleja de por sí por las condiciones especiales de actuación, y, aunque el piloto era conocedor de la existencia del pastor eléctrico, un posible error en la apreciación de la altura y distancia al cable aéreo permitió el impacto con el rotor de cola que produjo el accidente. La dificultad de visualización, tanto del cable que era de muy poco espesor, como de las varillas oxidadas que lo soportaban y se mimetizaban con el terreno, pudo contribuir al error de apreciación.

El piloto cuando vio que no podía controlar los mandos de vuelo, decidió realizar una maniobra que definió como autorrotación para posicionar cuanto antes el helicóptero sobre el camino de forma segura. Para ello bajó el paso colectivo y cortó gases. Esta operación fue segura y controlada, pero los daños en ambos rotores ya se habían producido por el

arrastre de una de las varillas del pastor eléctrico que fue proyectada por delante el helicóptero.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- El área seleccionada para realizar el aterrizaje de desembarco de la brigada de LCI era un camino forestal situado en una zona de montaña, confinado lateralmente por una ladera ascendente y con un pastor eléctrico para la contención de ganado delimitando ambos lados del camino.
- Los daños en la aeronave eran coherentes con el impacto del rotor de cola con el cable aéreo del pastor eléctrico y el arrastre de la varilla de sujeción con su posterior impacto en el fuselaje y el rotor principal.
- Del análisis de las huellas en el terreno y los daños en la aeronave se constató que el aterrizaje de emergencia se produjo de forma controlada y con la aeronave estabilizada.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

La investigación ha puesto de manifiesto como causa probable del accidente una maniobra no conforme con los límites de la zona elegida para la operación, lo que originó el impacto del rotor de cola con el cable aéreo de una valla electrificada, arrastrando la varilla de sujeción al terreno que impactó con el fuselaje y el rotor principal.

Como consecuencia de los daños en el helicóptero, el piloto tuvo que realizar un aterrizaje de emergencia sobre el camino desde el que había despegado.

4. RECOMENDACIONES

No se proponen recomendaciones de seguridad operacional.