



**COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES
E INCIDENTES DE
AVIACIÓN CIVIL**

Informe técnico A-022/2012

Accidente ocurrido
el día 2 de julio de 2012,
a la aeronave Bell 412,
matrícula EC-KSJ, operada
por Inaer, en el embalse
de la Forata (Valencia)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-022/2012

**Accidente ocurrido el día 2 de julio de 2012,
a la aeronave Bell 412, matrícula EC-KSJ, operada
por Inaer, en el embalse de la Forata (Valencia)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-14-033-0

Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

E-mail: ciaiac@fomento.es
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

El presente Informe es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en relación con las circunstancias en que se produjo el evento objeto de la investigación, con sus causas probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.º 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	vi
Sinopsis	vii
1. Información sobre los hechos	1
1.1. Reseña del vuelo	1
1.2. Lesiones a personas	3
1.3. Daños sufridos por la aeronave	3
1.4. Información sobre el personal	3
1.5. Información sobre la aeronave	4
1.5.1. Información general	4
1.5.2. Actuaciones del helicóptero en caso de fallo de motor	4
1.5.3. Información sobre el conjunto del helibalde	6
1.6. Información meteorológica	6
1.7. Registradores de vuelo	7
1.7.1. Información general	7
1.7.2. Información extraída del DFDR	11
1.7.3. Información del sistema de seguimiento de flota del operador	15
1.8. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto	16
1.8.1. Inspección de los restos	16
1.8.2. Examen del grupo moto-propulsor	20
1.9. Información médica y patológica	20
1.10. Supervivencia	21
1.10.1. Información general	21
1.10.2. Fallo de motor sobre el agua	22
1.11. Información orgánica y de dirección	22
1.11.1. Aspectos generales	22
1.11.2. Aspectos técnicos de la operación	23
2. Análisis	25
2.1. Estudio de la operación	25
2.2. Estudio de los daños que presentaba la aeronave	28
2.3. Consideraciones sobre la organización y gestión	29
3. Conclusión	31
3.1. Conclusiones	31
3.2. Causas	31
4. Recomendaciones sobre seguridad operacional	33
Apéndices	35
Apéndice I. Gráfica de los parámetros en la octava carga de agua.....	37
Apéndice II. Gráfica de los parámetros de la última carga de agua	41
Apéndice III. Trayectorias del sistema de seguimiento de flota	45

Abreviaturas

00°	Grado(s)
00° C	Grados centígrados
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Above Ground Level
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'aviation Civile
BIC	Brigada Contra Incendios
CAT A	Categoría A. Operaciones con helicópteros multimotor
CPL(H)	Licencia de Piloto comercial de helicóptero
CVR	Registrador de voces en cabina («Cockpit Voice Recorder»)
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo («Digital Flight Data Recorder»)
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
EUROCAE	Organización Europea para el Equipo de Aviación Civil («European Organization for Civil Aviation Equipment»)
FAA	Agencia Federal de Aviación de EE.UU. («Federal Aviation Administration»)
FI(A)	Habilitación de instructor de vuelo de avión («Flight Instructor (Aircraft)»)
ft	Pie(s)
g	Aceleración de la gravedad (9,81 m/s ²)
GEAS	Grupo Especial de Actividades Subacuáticas de la Guardia Civil
GPS	Sistema de posicionamiento global («Global Positioning System»)
h	Hora(s)
kg	Kilogramo(s)
kHz	Kilohercio(s)
IAS	Velocidad anemométrica indicada en nudos («Indicated Airspeed (knots)»)
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo(s)
m	Metro(s)
min	Minuto(s)
MOE-LCI	Manual de Operaciones Especiales para la lucha contra incendios del Operador
Nr	Revoluciones del rotor principal
N ₂	Velocidad de giro del eje de turbina
OEI	Un motor inoperativo («One Engine Inoperative»)
P/N	Número de parte («Part Number»)
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundo(s)
RCA	Reglamento de Circulación Aérea
S/N	Número de serie («Serial Number»)
TDP	Punto de decisión para el despegue («Take-off Decision Point»)
ULB	Baliza para localización debajo del agua («Underwater Locator Beacon»)

Sinopsis

Propietario y operador:	INAER
Aeronave:	Bell 412
Fecha y hora del accidente:	2 de julio de 2012; a las 13:53 hora local
Lugar del accidente:	Embalse de la Forata (Yátova, Valencia)
Personas a bordo:	1, fallecido
Tipo de vuelo:	Trabajos aéreos – Aviación comercial – Extinción de incendios
Fecha de aprobación:	27 de enero de 2014

Resumen del accidente

El 2 de julio de 2012, el helicóptero Bell 412 de matrícula EC-KSJ desapareció cuando se aproximaba al embalse de La Forata para cargar agua, mientras participaba en las labores de extinción y control de un incendio que se había originado cinco días antes en el término municipal de Cortes de Pallás (Valencia).

Momentos después se inició su búsqueda y se encontraron algunos restos cerca de la orilla del embalse. La aeronave fue localizada a las 13:30 h del día siguiente en el fondo del embalse y poco después de las 15:00 h se recuperó el cuerpo del piloto.

El helicóptero se reflató nueve días después del accidente y de entre sus restos se recuperaron los registradores de vuelo («Digital Flight Data Recorder» – DFDR y «Cockpit Voice Recorder» – CVR), comprobándose que los dos estaban incompletos, porque la parte donde se alojaban las memorias se había desprendido en ambos casos, al ser golpeados por alguna de las palas.

Se preparó un dispositivo de búsqueda de las memorias que se prolongó a lo largo de dos meses; finalmente el 6 de septiembre se recuperó la memoria del DFDR y de ella se pudieron extraer los datos que había registrado referentes al vuelo del accidente. La memoria del CVR no se llegó a encontrar.

La investigación ha concluido que el accidente se produjo porque durante la maniobra de carga se introdujo en el agua el depósito que llevaba colgando (conocido como helibalde) mientras el helicóptero llevaba cierta velocidad, en vez de hacerlo descendiendo en posición de vuelo estacionario. Esto hizo que el depósito presentara una gran

resistencia, como si de un ancla se tratase, y al ser sacado del agua realizara algunos movimientos descontrolados de balanceo hacia delante y hacia atrás durante los cuales el depósito, el gancho de carga (que es parte del helicóptero) y la cabeza del depósito golpearon en la parte inferior del helicóptero deformando el carenado, afectando a las barras de mando de los aceleradores de ambos motores y también al estabilizador horizontal izquierdo, dañando la zona del intradós y el borde de ataque, haciendo que el piloto perdiera el control de la aeronave y esta cayera al embalse.

Se han emitido dos recomendaciones de seguridad a la Dirección General de Aviación Civil, una recomendación a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea y dos recomendaciones al Operador.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

El 2 de julio de 2012, el helicóptero Bell 412 con matrícula EC-KSJ partió de la base de Siete Aguas (Valencia) a las 12:55 h¹, para participar en las labores de extinción de un incendio de grandes proporciones que se había originado cinco días antes en Cortes de Pallás, y voló hasta el embalse de La Forata situado 20 km más al sur, en el término municipal de Yátova.

Su misión consistía en refrescar un terreno en el que las llamas ya habían sido extinguidas, y para ello llevaba colgando un depósito² (conocido como helibalde o bambi-bucket) con el que tomaba agua del embalse para luego la descargarla sobre el terreno quemado. Todas las maniobras de carga las estaba realizando en la zona central del embalse, aproximándose al punto elegido para cagar el agua volando de oeste a este. A continuación se situaba en vuelo estacionario sobre dicho punto, y mientras se mantenía en dicha condición realizaba la carga de agua, para después despegar y soltarla sobre las laderas situadas al norte del embalse.

Cada una de estas operaciones de carga y descarga las hacía describiendo una trayectoria aproximadamente elíptica, volviendo siempre a la misma zona del embalse para realizar una nueva carga.

A las 13:53 h había realizado varias operaciones completas, y cuando se aproximaba para hacer una nueva carga, cayó al embalse y se hundió.

Momentos después, cuando los responsables de coordinar las labores de extinción se dieron cuenta de que habían perdido el contacto por radio con el piloto, se inició la búsqueda desde el aire por parte de otros medios aéreos que había en la zona.

Al cabo de una hora se encontraron algunos restos de la aeronave junto a la orilla norte, cerca del lugar donde estaba realizando las cargas, a la vez que se divisaba una gran mancha de combustible.

La aeronave fue localizada sobre las 13:30 h del día siguiente en esa misma zona, por buceadores del Consorcio de Bomberos de la Generalitat de Valencia, y a las 15:00 h buceadores del Grupo de Actividades Subacuáticas (GEAS) de la Guardia Civil recuperaron el cuerpo del piloto.

¹ Mientras no se indique lo contrario la referencia horaria es la hora local.

² El conjunto del depósito propiamente dicho, cables que lo sujetan y dispositivo de apertura y cierre se conoce como helibalde, o también por el nombre de la marca comercial bambi-bucket.

El helicóptero fue reflotado por buceadores del GEAS el 11 de julio, y se trasladó remolcado por dos lanchas flotando por el agua hasta la presa que está situada 1.800 m al este de donde había quedado sumergido. Finalmente se sacó del agua por medio de una grúa que se posicionó en la carretera que pasa por la parte superior de la presa.

De entre sus restos se recuperaron los dos registradores de vuelo, comprobándose que ambos equipos habían perdido la parte donde iban alojadas las respectivas memorias, las cuales se habían desprendido en el impacto.

El 6 de septiembre un equipo de buceadores del GEAS recuperaron la memoria del DFDR y de ella se pudieron extraer los datos que tenía almacenados referentes al vuelo del accidente. La búsqueda de la memoria del CVR se prolongó hasta el mes de noviembre realizando varios intentos de localización, pero no se llegó a encontrar.

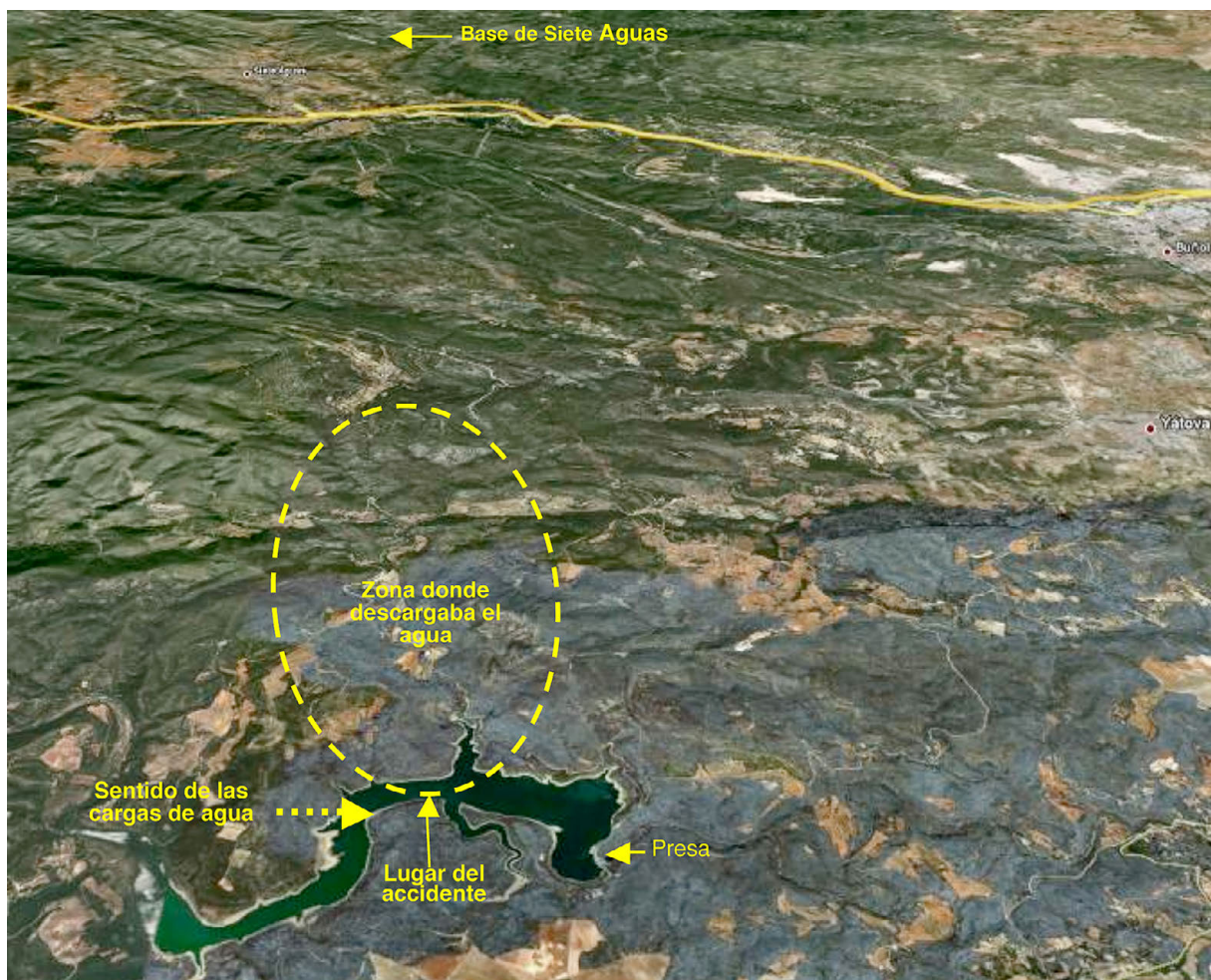


Figura 1. Descripción de la operación

1.2. Lesiones a personas

El piloto era el único ocupante del helicóptero y falleció en el accidente.

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños de importancia tras el impacto y posterior hundimiento.

1.4. Información sobre el personal

El piloto, tenía 58 años y contaba con la licencia de piloto comercial de helicóptero CPL (H) desde 1984. Poseía la habilitación de tipo para los helicópteros Bell 212/412 y también las habilitaciones para vuelo instrumental (IR) y agroforestal solamente para incendios (obtenida el 07-06-2004).

La licencia, todas las habilitaciones y el correspondiente reconocimiento médico estaban en vigor.

Su experiencia total era de 3.991:45 h, que había adquirido primero en el ejército de tierra y posteriormente como piloto civil volando los helicópteros siguientes:

- Bell 205: 855:20 h
- Bell 206: 279:55 h
- BO 105: 509:10 h
- Bell 212/412: 1.400:50 h
- Otros: 946:30 h

Según informó el Operador, durante su etapa en el ejército había participado en labores de colaboración en la extinción de incendios forestales, en el trienio comprendido entre 1986 y 1988, aunque durante la investigación no se pudo averiguar con certeza cuál era su experiencia real en esa etapa.

No obstante, se ha constatado que durante ese periodo, las labores realizadas en la lucha contra incendios forestales con helicópteros, tanto en el ejército como en misiones civiles, no incluían la descarga de agua con un helibalde sobre las zonas afectadas por el fuego.

En el año 2004 obtuvo la habilitación de piloto agroforestal solamente para incendios, y empezó a trabajar para el operador, realizando labores de protección civil (generalmente traslados sanitarios) y solamente de manera muy ocasional trabajos de apoyo a la lucha contra incendios forestales. Desde que obtuvo dicha habilitación había realizado 1.236:05 h y de ellas unas 41:15 h aproximadamente las había realizado en trabajos de extinción de incendios.

Antes del vuelo del accidente, había volado 7:50 h en el último mes, 16:30 h en los últimos 3 meses y 98:15 h en el último año.

1.5. Información sobre la aeronave

1.5.1. Información general

El helicóptero fue fabricado en 2008 con número de serie 36467. Su peso máximo al despegue era 5.355 kg y estaba dotado con dos motores Pratt & Whitney PT6T-3D.

Tenía el certificado de revisión de la aeronavegabilidad en vigor.

La última revisión de mantenimiento, correspondiente a la de 300 h se había realizado el 13 de junio de 2012 cuando la aeronave contaba con 2.017:50 h de funcionamiento (4.765 aterrizajes), el motor izquierdo 1.311:50 h (2.666 ciclos) y el motor derecho 2.017:50 h (3.589 ciclos), sin que se hubiera detectado nada fuera de lo normal. Esta revisión la llevó a cabo el Operador (Centro de mantenimiento parte n.º ES. 145.002) de acuerdo con el programa de mantenimiento de la aeronave aprobado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) el 30 de junio de 2008.

1.5.2. Actuaciones del helicóptero en caso de fallo de motor

La información más relevante que recoge el manual de vuelo referida a las actuaciones de la aeronave en caso del fallo de un motor son las siguientes:

- a) El peso máximo para al despegue con la carga colgando es de 5.398 kg.

El peso en vacío era 3.561,61 kg de acuerdo a la última pesada que se realizó el 13 de junio de 2012.

Se ha estimado que el peso básico operativo en el momento del suceso era aproximadamente 4.228 kg, considerando que el piloto pesaba 80 kg y que el peso del combustible después de una hora de vuelo era 586,7 kg.

Una vez hecho el cálculo se determinó que el centro de gravedad se hallaba dentro de sus límites tanto longitudinal como lateral.

El peso del helicóptero de acuerdo con las condiciones con las que volaba en el momento del accidente sería el resultado de sumar el peso básico operativo más el peso del helibalde y del agua que pudiera acarrear en dicho instante.

- b) Se ha estimado también que a la altitud de presión de 1.080 ft (que era la que había en el momento del accidente) y con una temperatura ambiente de 30 °C el

helicóptero tenía potencia suficiente para ejecutar un despegue con su peso máximo desde una posición de vuelo estacionario fuera de efecto suelo.

- c) La posición de vuelo estacionario que tenía el helicóptero para tomar agua se hallaba dentro de la zona a evitar en el diagrama altura – velocidad, el cual establece una zona de vuelo que se debe evitar en referencia a la altura de los patines sobre una superficie lisa, nivelada y firme, y a la velocidad del helicóptero.
- d) El helicóptero era de categoría A (CAT A) de acuerdo con la definición recogida en el anexo I del Reglamento UE 965/2012 por el que se establecen requisitos técnicos y procedimientos administrativos en relación con las operaciones aéreas. Esto implica que era un helicóptero multimotor apto para ser utilizado en operaciones en que se usen datos de despegue y aterrizaje anotados de acuerdo con el concepto de fallo de motor crítico que asegura un área de superficie designada adecuada y capacidad de performance adecuada para continuar el vuelo en condiciones de seguridad o para un despegue interrumpido seguro.
- e) Las operaciones en CAT A para este helicóptero vienen recogidas en el suplemento 62.3 & 62.4 Operaciones CAT A con motores PT6T-3D. Estas operaciones definen los perfiles de despegue o aterrizaje de tal manera que un fallo de un motor en cualquier momento una vez iniciados el despegue o el aterrizaje permita un aterrizaje de seguridad en la plataforma o pista, o continuar el vuelo con un solo motor para seleccionar un área de aterrizaje segura.

En este sentido, el punto de decisión para el despegue (TDP) es un punto localizado a cierta altura sobre la superficie y velocidad cero. Si el fallo de un motor se produce antes de situar el helicóptero en dicho punto la operación en CAT A indica que debe de retornar y detenerse en la plataforma o pista, y en el caso de producirse el fallo de motor después del TDP el vuelo puede continuar.

La altura mínima de los patines al suelo, requerida para determinar un TDP para este tipo de helicóptero y despegando de una plataforma al nivel del suelo, es de 80 ft, 103% Nr (revoluciones del rotor principal) y todos los motores operativos.

No se contempla una operación del helicóptero en estacionario para poder iniciar el despegue, ascender y continuar el vuelo con un motor inoperativo.

- f) En la sección 3 del manual se describe la emergencia de parada de un motor en vuelo, explicando que el fallo de un motor en vuelo en crucero permite continuar el vuelo hasta un lugar de aterrizaje deseable. Existe una nota de aviso indicando que si no se inicia la acción correctiva inmediatamente las revoluciones del rotor principal (Nr) pueden caer excesivamente.

Para evitar esto, el colectivo debe reducirse lo necesario para mantener dichas revoluciones dentro de los límites de operación con un motor inoperativo.

- g) La operación continua de las rpm del rotor principal (Nr) está comprendida entre los valores de 91 y 100% y la de N₂ del motor entre los valores 97 y 100% con un motor inoperativo (OEI).
- h) Los valores de par motor para una operación continua con un motor inoperativo están comprendidos entre 5 y 73,2%. Se puede ampliar el rango durante 2 ½ minutos entre los valores 73,2 hasta 81% siendo este último su valor máximo de uso.
- i) El piloto pondrá la potencia ajustada de 2,5 min OEI y cederá ligeramente morro hacia abajo en el caso de fallo de un motor antes del TDP. Asimismo deberá acelerar el helicóptero, bajando el morro 10° hasta alcanzar la velocidad segura de despegue.
- j) La puerta del piloto puede lanzarse en vuelo con una única actuación sobre una palanca que libera las bisagras.

1.5.3. Información sobre el conjunto del helibalde

El helibalde correspondía con el número 2732 en la catalogación del fabricante y su longitud máxima incluyendo todos sus elementos, era de 7,01 m, según manual.

En caso de que fuera necesario, el helibalde se puede soltar con un interruptor que va en la palanca del cíclico si se lleva armado previamente el interruptor de suelta eléctrica (CARGO RELEASE). En caso contrario se puede soltar mediante un pedal que va situado junto a los pedales de mando del rotor trasero.

El lanzamiento de agua se realiza accionando una válvula que hay en la parte inferior del depósito la cual actúa sobre unas extensiones de goma que están recogidas hacia arriba y hacia el interior del depósito haciendo que este permanezca cerrado. Al actuar sobre la válvula lo que se consigue es que esas extensiones de goma se desplieguen hacia abajo y a hacia afuera permitiendo la descarga del agua.

La válvula se cierra de nuevo en el momento en el que se sumerge el helibalde en el agua. El manual de uso del mismo dice que el piloto puede comprobar que la válvula permanece abierta y las extensiones de goma hacia fuera una vez que se ha realizado un lanzamiento de agua, y advierte de que durante el llenado del depósito no se deben hacer movimientos bruscos de guiñada estando próximo al agua porque ello puede provocar que los cables queden enganchados a los patines y provocar un vuelco al sacar el helibalde del agua.

1.6. Información meteorológica

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) informó de que el día del accidente el tiempo en la Comunidad Valenciana fue de poca nubosidad y vientos en general flojos.

En la zona del accidente sobre las 13:00 h el viento era del sureste con una velocidad media de 12 km/h, y la temperatura estaba en torno a los 26 °C.

1.7. Registradores de vuelo

1.7.1. Información general

La aeronave iba equipada con un DFDR y con un CVR combinado que además de las voces en cabina también registraba algunos parámetros de vuelo.

Una vez que el helicóptero se sacó del agua, se constató que el CVR estaba sujeto en su alojamiento en la parte delantera del helicóptero y el DFDR estaba junto a él pero desplazado ligeramente de su alojamiento. Al desmontarlos se comprobó que los dos estaban incompletos porque les faltaba la parte donde iba alojada la memoria, a la cual va unida la baliza del registrador (Underwater Locator Beacon – ULB). Estas balizas se activaban cuando se sumergen en agua, y emiten una señal a una frecuencia de 37,5 KHz durante un mínimo de 30 días.

El DFDR era un modelo SMITHS, siendo su número de parte («Part Number» – P/N) 177045-01-01 y su número de serie («Serial Number» – S/N) 0000065.

El CVR era también era SMITHS, con P/N 175497-01-01 y S/N 00000520.

Los registradores iban instalados en la parte delantera del helicóptero.

No obstante, el documento ED-112 (Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems) de la organización European Organization for Civil Aviation Equipment (EUROCAE³), recomienda la instalación de estos equipos o bien en el fuselaje posterior o en la zona donde empieza el puro de cola.

Por ello, se solicitó información al fabricante del helicóptero sobre las razones por las que había decidido instalar los registradores en la parte delantera de la aeronave, y el fabricante informó que había tomado esta decisión por tres razones.

En primer lugar, porque la experiencia demostraba que en la mayoría de los casos en los que se produce un accidente de helicóptero, es más probable impactar con el puro de cola. En segundo lugar, porque en la parte posterior del fuselaje van alojados los tanques de combustible (siendo esta zona más susceptible a sufrir daños debidos al fuego). La tercera razón era que en caso de un impacto contra el agua el puro de cola

³ EUROCAE se ocupa de estandarizar dispositivos eléctricos y electrónicos de aeronaves y sistemas terrestres para la localización y navegación aérea y desarrolla normas y documentos al respecto que utilizan la abreviatura ED. Los miembros de la EUROCAE son autoridades aeronáuticas internacionales, fabricantes de aviones, proveedores de servicios de seguridad aérea, aerolíneas, operadores de aeropuertos y otras entidades relacionadas con la aviación.

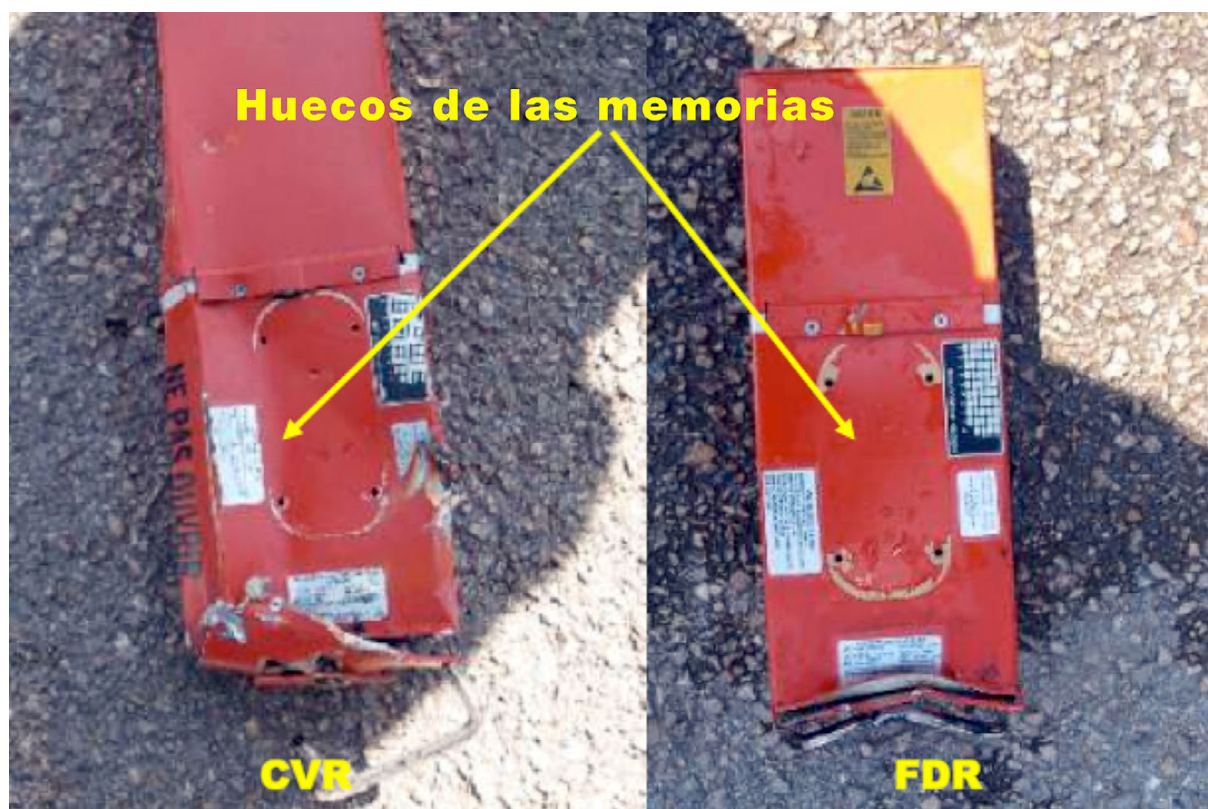


Figura 2. Registradores según fueron recuperados

se puede separar de la parte principal del helicóptero y hacer mucho más difícil su localización en aguas profundas.

También informó de que el helicóptero estaba certificado por la autoridad de aviación estadounidense (Federal Aviation Administration – FAA) llevando los registradores alojados en la parte delantera.

Además de los registradores anteriormente citados, el helicóptero llevaba dos sistemas de seguimiento de flota, uno perteneciente al operador y otro perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, que era el organismo para el que el Operador estaba realizando los trabajos de extinción de incendios.

El primero de ellos estaba operativo y se pudieron extraer los datos de posición, velocidad y altitud que había registrado. El segundo sistema no estaba operativo.

El 24 de julio de 2012 se inició la búsqueda de las unidades que contenían la memoria con la información de los registradores. Para la localización de los equipos bajo el agua se solicitó la colaboración de la Comisión de Investigación francesa (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'aviation Civile – BEA), que envió a dos especialistas para colaborar en los trabajos de recuperación.

En las labores de rastreo y localización se utilizó un hidrófono sumergible modelo PRS275 que era capaz de detectar la señal emitida por las balizas.

Para poder realizar las labores de localización de las balizas se contó también con la colaboración de un equipo del GEAS de la Guardia Civil.

La búsqueda se realizó desde una embarcación, sumergiendo el receptor omnidireccional del hidrófono para comprobar que existía señal y que se recibía esta. Luego, usando un receptor direccional se tomó el rumbo en el que la señal tenía mayor intensidad, y se repitió este proceso varias veces hasta conseguir mediante un proceso de triangulación determinar un punto desde donde se estaba emitiendo la señal, que teóricamente debería corresponder al lugar donde tendría que estar el registrador.

Una vez reducida y acotada la zona de búsqueda un buceador se sumergió con el hidrófono, y se realizó el mismo proceso que se había llevado a cabo previamente desde la embarcación, pero en un área más reducida.

Con este método se consiguió reducir la zona de búsqueda a un círculo de aproximadamente 30 m de diámetro, en un área donde la profundidad era aproximadamente de 15 m. Esta zona se señaló con boyas y además se tomaron las coordenadas.

A partir de este momento la búsqueda se realizó por los métodos habituales que utiliza el GEAS, es decir, bajando hasta el fondo del embalse y palpando en la capa de fango, (ya que la visibilidad era nula) cuyo espesor estaba entre 1,5 m y 2 m. Esta capa limita el empleo de un detector de metales para la búsqueda y localización.

Durante esta búsqueda se contó también con la ayuda de una empresa especializada que se incorporó a las labores de rastreo aportando un sónar de barrido lateral, con el cual se logró detectar algunas señales imprecisas en un área cercana al lugar donde se recuperó el helicóptero. A pesar de que la búsqueda se prolongó durante varios días no se llegó a encontrar ninguna de las dos memorias.

El 5 de septiembre de 2012 la empresa anteriormente citada inició una nueva búsqueda haciendo uso de un gradiómetro de protones⁴ submarino, que permitió acotar la zona de búsqueda con más precisión, posicionándolas en tres puntos que se pueden ver en la figura 3.

Ello permitió que al día siguiente buceadores del GEAS recuperase la memoria del DFDR en las inmediaciones de la posición marcada como (1) en la figura 3.

⁴ Este aparato detecta las diferencias en la intensidad del campo magnético, motivadas por objetos o estructuras enterradas.



Figura 3. Puntos referenciados con el gradiómetro de protones

Nada más ser recuperada se sumergió en agua dulce para evitar que se pudiera producir oxidación en alguno de sus componentes al estar en contacto con el aire.

La memoria recuperada se envió al BEA para ver si se podían recuperar los datos registrados, y el BEA confirmó primero que se trataba de la memoria del DFDR que llevaba instalado el helicóptero, contrastándolo con el número de serie y logró extraer los datos que tenía grabados referentes al vuelo del accidente.

Durante los dos meses siguientes se intentó localizar la memoria del CVR sin conseguirlo.



Figura 4. Memoria del FDR en su posición normal

1.7.2. Información extraída del DFDR

El estudio de los datos que estaban grabados en el DFDR permitió establecer que en el momento de sumergir el helibalde en el agua, el helicóptero estaba a una altitud de 1.040 ft.

Tomando como referencia de tiempo el momento en el que despegó el helicóptero de acuerdo con la referencia extraída de los datos GPS del sistema de seguimiento de flota, y de acuerdo con los datos extraídos del DFDR se pudo establecer que la operación del helicóptero se desarrolló siguiendo la siguiente secuencia de hechos:

El despegue desde la base de Siete Aguas se realizó a las 12:56:43, alcanzando la altitud (3.192 ft) y velocidad (90 KIAS) máximas a las 12:58:07, que es cuando inició el descenso.

En la siguiente tabla se resumen los valores de los parámetros más significativos de las ocho primeras descargas:

N.º de carga	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	7. ^a	8. ^a
Duración (s)	36	47	52	26	24	32	22	20
Altitud inicial (ft)	1.056	1.056	1.056	1.040	1.056	1.072	1.040	1.088
Altitud final (ft)	1.152	1.152	1.152	1.136	1.120	1.104	1.136	1.136
Velocidad de salida (kt)	11	38	22	26	22	33	24	16
Valores medios de N ₂ del motor izquierdo	98,8	98,6	98,6	98,5	98,5	98,8	98,5	98,5
Valores medios de N ₂ del motor derecho	98,8	98,5	98,6	98,5	98,5	98,8	98,6	98,5
Valores medios del par del motor izquierdo	42,0	45,0	45,0	44,0	45,0	41,0	43,0	45,0
Valores medios del par del motor derecho	38,2	38,5	41,1	41,7	42,1	36,9	42,1	42,4

Durante las ocho cargas de agua que realizó hubo varios momentos en los que descendió por debajo de los 1.040 ft y en algunos casos llegó a estar a 1.008 ft.

En varios instantes de esas descargas el helicóptero tuvo cierta velocidad de traslación que llegó a los 28 kt.

En los datos registrados se puede observar que en general todas las aproximaciones las realizó con grandes regímenes de descenso en su fase final, lo que le obligaba a frenar el helicóptero elevando excesivamente la parte delantera (flare) para disminuir dicho régimen y también la velocidad de traslación. También se observa que no siempre iniciaba la maniobra de descenso en estacionario desde la misma altura y que en la mayoría de las ocasiones la empezaba por debajo de los 40 ft.

Los parámetros observados en las descargas de agua se resumen en la siguiente tabla:

N.º de descarga	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	7. ^a	8. ^a
Altitud (ft)	1.760	1.744	1.760	1.248	1.760	1.846	1.200	1.808
Velocidad (kt)	46	40	42	40	42	44	39	20
Valores medios de N ₂ del motor izquierdo	99,0	99,0	99,0	99,0	100,0	99,0	99,0	99,0
Valores medios de N ₂ del motor derecho	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Valores medios del par del motor izquierdo	45,0	33,0	43,0	39,0	30,0	41,0	33,0	51,0
Valores medios del par del motor derecho	34,0	28,0	42,0	28,0	20,0	38,0	37,0	41,0

Finalmente, realizó una novena carga de agua, durante la cual sobrevino el accidente. En la tabla siguiente se recogen los últimos instantes del vuelo:

Comentarios	Hora	Altitud (ft)	Velocidad		Actitud (°)		(% RPM ¹) de los motores		PAR de los motores	
			KIAS	N _r (%)	Cabeceo	Alabeo	Izd.	Der.	Izd.	Der.
Última aproximación. Momentos anteriores a la última carga de agua.	13:52:55	1.104	34	98,4	13,5	-4	99	99	16	20
	13:52:56	1.104	34	98	13,5	-4	99	99	27	23
	13:52:57	1.088	33	98,2	13,2	-3	99	99	27	17
	13:52:58	1.088	32	98,9	14,1	-2	100	99	25	20
	13:52:59	1.072	32	97,8	13	0	99	99	42	29
	13:53:00	1.056	30	98,4	13,4	-1	99	99	20	20
	13:53:01	1056	32	98,5	13,5	-1	99	99	33	28
Novena carga de agua. Momento en el que probablemente se sumergió el depósito por primera vez llevando velocidad, que era de 31 kt.	13:53:02	1.040	31	98	14,5	-1	99	99	37	36
Se alcanza una aceleración de 1,57 g. Podría ser el momento del impacto del depósito contra el estabilizador horizontal izquierdo desde abajo a arriba. Se eleva el colectivo.	13:53:03	1.072	28	97,6	12,5	-1,6	99	98	43	56
Aceleración longitudinal negativa de -0,19.	13:53:04	1.040	28	97	7,3	-0,3	98	96	60	55
Caída importante del par de ambos motores.	13:53:05	1.088	0	97,7	7,5	-2	97	98	58	51
	13:53:06	1.072	0	97,1	7,7	-3	98	98	52	43

⁵ Velocidad de giro del eje de la turbina (N₂).

Comentarios	Hora	Altitud (ft)	Velocidad		Actitud (°)		(% RPM ¹) de los motores		PAR de los motores	
			KIAS	N _r (%)	Cabeceo	Alabeo	Izd.	Der.	Izd.	Der.
Desciende el par N.º 1 a un 17 % y se incrementa el N.º 2 a un 67 %, y hay un alabeo a la izquierda de 3,6°. Golpea contra las barras e mando de los motores y el par del motor izquierdo cae.	13:53:07	1.088	0	98,4	6,6	-3,6	99	99	17	67
Nueva caída del par en la turbina motor izquierdo.	13:53:08	1.088	0	95,2	4,2	-3	97	96	13	65
	13:53:09	1.088	0	95,3	0,8	-2	96	96	20	69
El par del motor izquierdo sigue descendiendo hasta 13.	13:53:10	1.072	0	94,4	3,6	-1,6	95	95	13	67
Continúa el comportamiento asimétrico y la caída del par de la turbina de ambos motores, así como variaciones bruscas tanto en el cabeceo como en el alabeo.	13:53:11	1.072	0	95,1	4,9	-1	96	96	16	66
	13:53:12	1.072	0	95,1	5,7	-1	96	96	20	83
	13:53:13	1.072	0	94,1	5,1	-1	95	95	27	71
	13:53:14	1.120	16	94,7	4,5	-1	95	95	18	44
	13:53:15	1.120	26	94	1,6	2,4	96	94	32	58
	13:53:16	1.120	32	92,9	2	3	93	94	23	44
	13:53:17	1.104	40	94,7	2,1	2,5	95	95	11	36
	13:53:18	1.104	40	94,4	3,4	2,5	95	95	29	18
	13:53:19	1.088	40	92	4,2	4,2	93	92	11	22
	13:53:20	1.088	38	88,8	6,1	3,7	90	88	1	20
	13:53:21	1.072	38	82,6	6,7	4,4	84	82	4	24
	13:53:22	1.072	38	76,9	8,4	6,1	78	75	3	27
	13:53:23	1.056	38	72,3	9,7	-1	72	69	5	28
	13:53:24	1.056	38	66,7	11,8	1,4	67	64	4	30
	13:53:25	1.056	38	62,2	14,6	3,8	62	60	9	31
Se activa el aviso MASTER CAUTION. Aceleración vertical 3,37 g y longitudinal -0,76 g.	13:53:27	1.040	38	53,1	7	3,6	59	56	7	43
Aumento del par en la turbina del motor derecho.	13:53:28	1.008	29	56,2	3,2	7,2	53	51	10	81
	13:53:29	1.008	28	64,2	5,2	2,2	52	57	4	88
	13:53:30	1.008	25	76,4	6	-1	60	66	4	68
	13:53:31	1.008	25	85,2	33,7	-83	70	78	7	68
Incremento de revoluciones del rotor principal a 92,3%.	13:53:32	1.008	28	92,3	-123,5	-53,2	78	88	1	61

En la tabla se puede observar que a las 13:53:02 estando a 1.040 ft, que es la altitud a la que se ha considerado que tenía que estar para introducir el helibalde en el agua, el helicóptero llevaba una velocidad de 31 kt.

En los dos segundos siguientes se registraron las mayores aceleraciones verticales, alcanzándose valores de hasta 1,57 g, mientras que los valores registrados durante toda la operación del helicóptero no habían excedido de 1 g.

Poco después quedó sin velocidad, mientras la palanca de colectivo estaba al 50% (no reflejado en la tabla) similar a un descenso en vuelo estacionario sobre el pantano con el helibalde lleno. Las revoluciones de ambos motores había descendido hasta 97 y 96 y se estaba recuperando hacia el 99%.

En el primer instante en el que se produjo la caída del par de ambos motores, el helicóptero estaba a una altura sobre el agua de aproximadamente 68 ft, la velocidad indicada 0 kt, su actitud era 8° de ángulo de cabeceo y un alabeo de -3,6° a la izquierda, las revoluciones de ambos motores pasaba por 98 hacia el 99%, cuando el par del motor núm. 1 descendió de 52 a 17% y el par del motor núm. 2 ascendió de 43 a 67%. En ese momento la altitud de presión era de 1.088 ft.

En el periodo de tiempo comprendido entre 1 s y 4 s después la primera maniobra fue la bajada del cíclico en 7° en un periodo de 3 s, y continuación elevó el cíclico hasta un valor de 7° en 2 s, manteniéndose la palanca de colectivo en los valores del momento inicial del fallo. En este tiempo las revoluciones del motor derecho descendieron hasta el 96% y las revoluciones del rotor principal (Nr) hasta 95%. La velocidad indicada continúa en 0 kt y la altitud de presión se mantiene durante dos segundos y descendió hasta 1.072 ft.

En el periodo de tiempo que hay entre 5 s y 12 s después, la palanca de colectivo es desplazada hasta el 59% en 2 s iniciando a continuación un descenso hasta el valor de 43%, que mantendrá hasta 6 s después. Durante este periodo de 8 s las revoluciones del motor derecho se estabilizaron en valores de 93 a 95%, y las del motor izquierdo se incrementaron en los dos primeros segundos a 83% y luego empezaron un descenso hasta el 18%. Las Nr en este periodo descendieron hasta el 92%.

El ángulo de cabeceo se mantuvo durante dos segundos en 7° bajando hasta un valor de 2° que mantuvo durante 4 s periodo en el que la velocidad indicada pasa de 0 a 40 kt.

A continuación el morro del helicóptero subió hasta un ángulo de cabeceo de 5° y el ángulo de alabeo pasó de estar hacia la izquierda a estar hacia la derecha. La altitud de presión asciende hasta 1.120 ft durante 3 s e inicia un descenso a 1.104 ft que continuará durante el periodo siguiente.

En el periodo comprendido entre los 13 s y 18 s más tarde, el morro del helicóptero continuó elevándose hasta conseguir un ángulo de cabeceo de 15° en 5 s, la velocidad indicada se mantuvo y la altitud de presión continuó descendiendo. El ángulo de alabeo tenía valores positivos, hacia la derecha. La palanca de colectivo se elevó hasta casi el final de su recorrido y las revoluciones del motor derecho descendieron rápidamente hasta el 60% al igual que las del rotor principal, Nr.

Por otra parte, la altitud continuó descendiendo hasta 1.056 que mantuvo durante los 3 s finales de este periodo.

A los 20 s el helicóptero mantenía una velocidad de 38 kt, una posición de morro alto, ángulo de cabeceo de 13° , alabeo a la derecha de $5,9^\circ$, una posición de la palanca de colectivo en su máximo recorrido hacia arriba, las revoluciones del rotor principal Nr en el 58% y las revoluciones del motor derecho en el 56%. La altitud era de 1.056 ft.

A los 21 s hubo una aceleración vertical a 3,37 g y una aceleración longitudinal de $-0,76$ g. La altitud pasa por 1.040 ft y a continuación alcanza la altitud de presión más baja 1.008 ft.

1.7.3. Información del sistema de seguimiento de flota del Operador

Los datos del seguimiento de flota, se obtuvieron del equipo que iba montado en el helicóptero y reflejaban los viajes que realizó desde la Base de Siete Aguas hasta las proximidades del embalse y las posteriores operaciones de carga y descarga en las proximidades.

Todas las trayectorias se separaron en cinco vuelos que se corresponderían con ocho operaciones completas de carga y descarga de agua, en los que se marcaron los puntos de toma y descarga de cada uno de ellos. En el segundo vuelo, después de haber realizado la descarga, se apreciaban varios desplazamientos con aterrizajes en distintos puntos de la zona del incendio para realizar tareas de apoyo a las Brigadas Contra Incendios.

En la figura 5 se pueden ver los momentos finales de la novena carga de agua, que fue en la cual se produjo el accidente, y en el Apéndice 2 todo el viaje completo con las trayectorias de las distintas cargas de agua marcadas en colores diferentes.

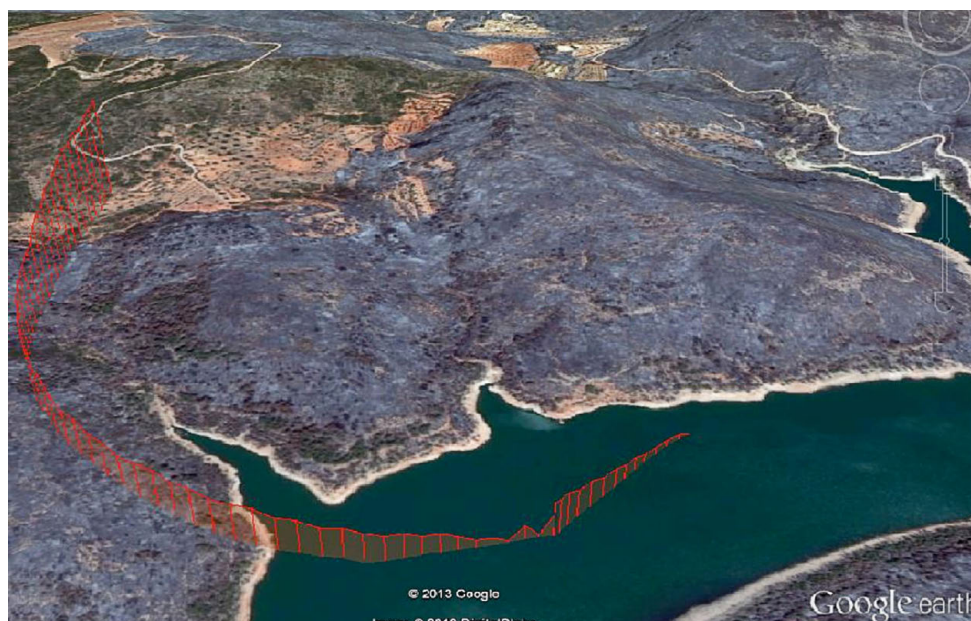


Figura 5. Trayectoria seguida en los últimos instantes de vuelo

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

1.8.1. Inspección de restos

El helicóptero quedó en el fondo del embalse a 14 m de profundidad en posición invertida, con el rotor principal semienterrado en el lodo, y con una ligera inclinación hacia delante y a la izquierda.

De acuerdo con las fotografías que tomaron los GEAS, el helibalde estaba suelto del gancho de carga, y los cables de los que colgaba se habían quedado arrollados alrededor del patín trasero izquierdo. Cuando se sacó del agua, el helibalde estaba enganchado en la parte delantera del patín derecho y los cables arrollados alrededor. El gancho de carga estaba abierto (ver fotografías de la figura 6), y los cables de apertura del helibalde se habían soltado después del impacto.

Una de las cuatro palas del rotor principal (la que iba marcada como azul) se desprendió en el momento del impacto arrancándose de su sujeción, y fue encontrada posteriormente unida a los elementos de sujeción, muy cerca del lugar donde se encontró el helicóptero. En la mitad de su longitud presentaba una importante pérdida de material que se extendía a lo de la cuerda exceptuando el borde de ataque.

Al sacar el helicóptero del agua se constató que las otras tres palas permanecían ancladas al rotor y presentaban daños diversos. La marcada en color naranja estaba prácticamente entera. Tenía algunos pequeños roces en el intradós cerca del encastre y en el extradós a 1 m de la punta.

Las otras dos palas sí estaban muy dañadas. A la que estaba marcada en color gris-rojo le faltaba aproximadamente un tercio de su longitud y también tenía pérdidas de material en la zona del intradós. La señalada en color verde tenía dos importantes pérdidas de material en el intradós. Parte de esta pala estaba metida en la cabina



Figura 6. Estado de los cables y del gancho del depósito

cuando se recuperó el helicóptero. Todas las roturas y pérdidas de material que presentaban las palas eran en la misma dirección, formando un ángulo de 45° con su eje longitudinal, seguramente como consecuencia del modo en el que estaban fabricadas.

Durante la inspección posterior se constató que las memorias de los registradores se habían desprendido porque los tornillos que las sujetaban al cuerpo del registrador habían sido segados, probablemente al haber sido golpeadas por alguna de las palas en el momento en el que el helicóptero impactó contra el agua. En la figura 7 se puede observar el estado de las palas en el momento en el que el helicóptero se estaba sacando del embalse, y en la figura 8 se puede ver las roturas que presentaban las mismas.

El cortacables que iba ubicado en la parte delantera superior de la cabina (véase figura 7) resultó arrancado y se pudo recuperar.

Las deformaciones que presentaba el citado cortacables eran compatibles con el impacto de una de las palas que lo golpeo con un movimiento de derecha a izquierda (coincidente con el sentido de giro del rotor visto desde arriba), y lo lanzó hacia atrás.

La zona del rotor principal tenía importantes daños, pero la transmisión tenía continuidad. No obstante estaba bloqueada porque las varillas (links) y las levas del sistema de cambio de paso estaban arrancadas y presentaban deformaciones y roturas importantes.

Los largueros de las palas azul y verde presentaban fracturas a flexión congruentes con esfuerzos producidos por impacto.

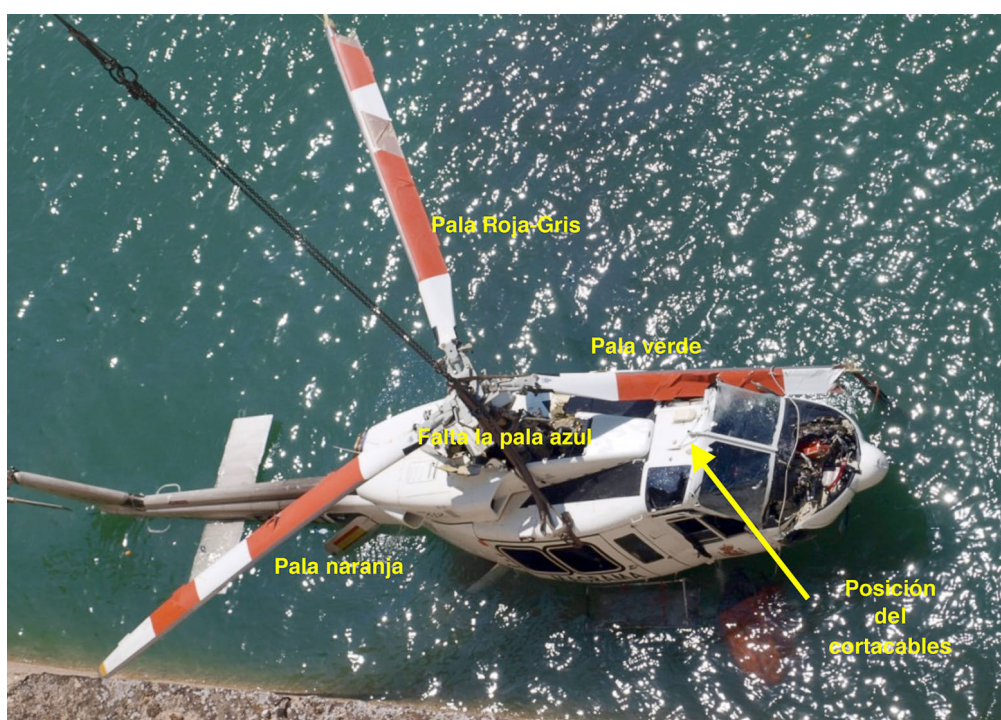


Figura 7. Estado de las palas al recuperar el helicóptero



Figura 8. Vista de las palas

Una vez recuperado del agua y realizado un primer examen, tanto el helicóptero como los demás restos recuperados, se trasladaron a un hangar y una vez allí se realizó una inspección detallada con la colaboración de varios expertos enviados por el fabricante de la aeronave, el fabricante del motor y el operador de la aeronave.

Durante la inspección se encontraron marcas y rozaduras que evidenciaban que el helibalde había golpeado en el estabilizador horizontal izquierdo, dañando la zona del intradós y también el borde de ataque.

Por el contrario, el conjunto del helibalde no presentaba daños apreciables. Al estirar los cables de sujeción toda la distancia que era posible, se comprobó que llegaba justamente hasta la zona del estabilizador horizontal izquierdo donde este presentaba un impacto.

Se enganchó la cabeza del helibalde al gancho de carga del helicóptero, y al situar los cables sobre las huellas que había en el patín se constató que la huella más atrasada había sido producida por tres cables y la más adelantada por cuatro cables.

También se pudo constatar que tanto el gancho de carga como la cabeza del helibalde habían golpeado en la parte inferior del helicóptero, y más concretamente en la zona donde se aloja el gancho de carga, deformando el carenado. Se apreciaban marcas de los cables del depósito que se extendían hacia atrás y a lo largo de toda la parte inferior del helicóptero. Este golpe había afectado a las barras de mando de los aceleradores de ambos motores, que tenían roturas en varios puntos a lo largo de su recorrido.

Las palas del rotor trasero no presentaban ningún tipo de daños, ni tampoco los dos primeros tramos del eje de la transmisión



Figura 9. Estabilizador horizontal izquierdo



Figura 10. Deformaciones del carenado inferior en la zona del gancho de carga

(tramo horizontal). No obstante, el tercer tramo, es decir, el que llegaba directamente hasta la caja anterior al rotor, tenía una importante rotura a torsión en la mitad de su longitud.

En la zona del registro del indicador de par que está situada en el lado izquierdo del puro de cola, el carenado presentaba muchos arañazos.

La argolla que llevaba para enganchar la eslinga que sujeta el helibalde, no estaba en su posición previamente al accidente, y por ello se había perdido la cuerda que le protegía del balanceo.

En la parte delantera del helicóptero, en la zona alta de la cabina estaba el impacto más fuerte, con deformaciones muy importantes. Los travesaños delanteros donde apoyaban las puertas estaban rotos. El del lado derecho por la parte inferior, y el del lado izquierdo por la parte media y superior.

Toda la cabina estaba desplazada hacia el lado izquierdo mirando desde delante del helicóptero, aunque el travesaño central que divide el parabrisas estaba en su posición normal.



Figura 11. Deformaciones del carenado inferior en la zona del gancho de carga

1.8.2. Examen del grupo moto-propulsor

Durante la inspección de los restos también se realizó un examen exhaustivo del grupo moto-propulsor en el que se descartó que hubiera habido algún fallo en los motores, y se constató que todos los daños que estos presentaban se habían debido al impacto contra el agua.

La información más significativa del examen del grupo moto-propulsor se resume a continuación:

1. Los motores no presentaban grandes daños externos ni deformaciones de importancia. Todos los elementos que se observaban a simple vista presentaban las características propias de haber estado sumergidos.
2. La estructura, las conexiones eléctricas, el sistema de combustible y el de lubricación estaban en su sitio y no tenían grandes daños.
3. Los daños que presentaba el sistema estaban, en general, en los tubos y ejes de mando de los dos controles de aceleración del compresor, y eran compatibles con sobrecargas estáticas producidas por impacto.
4. Las cubiertas externas tanto del motor izquierdo como del motor derecho no mostraban ninguna deformación de impacto aparente. En ambos casos la bomba de combustible, el sistema de control manual de combustible, la unidad de control automático de combustible, el tacómetro de la turbina y el colector de combustible estaban en su lugar e intactos. No obstante, la entrada de aire al motor izquierdo presentaba un golpe en dirección prácticamente transversal a la del flujo de aire.
5. Todas las líneas neumáticas estaban intactas, presentaban continuidad y todos los accesorios estaban en buen estado. Tan solo una de las líneas estaba deformada.
6. Los depósitos del líquido hidráulico estaban arrancados de su anclaje a la estructura del helicóptero y el correspondiente al sistema del motor derecho estaba desaparecido.
7. La posición de la leva de control de gases del motor izquierdo se hallaba en la posición de ralentí. Esta posición coincidía con la posición que tenía el mando de gases de este motor tanto cuando se localizó el helicóptero debajo del agua, como cuando se sacó del agua.
8. El motor derecho por el contrario tenía la posición del mando de gases próxima a la de máxima aceleración.
9. La caja combinada y sus accesorios no presentaban daños de importancia, pero estaban trabados.

1.9. Información médica y patológica

La autopsia determinó que el fallecimiento tenía características violentas, y se produjo en torno a las 13:00 h, siendo la causa inmediata de la muerte una insuficiencia cardiorrespiratoria y la causa fundamental la asfixia por sumersión.

El examen externo mostraba que como alteraciones patológicas había excoriaciones y heridas en la cara posterior del antebrazo derecho, en la cara antero-interna del muslo izquierdo, en el tercio distal de la cara anterior del muslo derecho y una contusión en la cara anterior de la región tibial izquierda.

El examen interno de la cavidad torácica determinó que presentaba fracturas de la primera a la séptima costillas del lado derecho.

Los resultados del estudio toxicológico para detectar alcohol, drogas de abuso y tranquilizantes fueron negativos.

Al recuperar el cuerpo se observó que sus extremidades superiores habían quedado en la misma posición que habitualmente se lleva durante el vuelo (mano derecha agarrando el cíclico y mano izquierda agarrando el colectivo).

1.10. Supervivencia

1.10.1. Información general

Cuando fue recuperado el cuerpo del piloto debajo de agua se constató que tenía puesto el casco y que no llevaba abrochado el cinturón de seguridad. Tampoco llevaba puesto ningún chaleco salvavidas.

En un compartimento situado en el lado derecho del cono de cola, no accesible desde la cabina del helicóptero, se encontró un chaleco con un flotador.

En el Manual de Operaciones Especiales para la lucha contra incendios del Operador (MOE-LCI) no hay ningún tipo de información al respecto del uso de chalecos salvavidas en las operaciones de extinción de incendios, ni tampoco hay información relacionada con la evacuación de un helicóptero sumergido en el agua, ni sobre el posible entrenamiento de las tripulaciones en este tipo de emergencias.

Este tipo de entrenamiento no se exige en la normativa que hay actualmente vigente. De todo lo anterior, la única cuestión que está regulada es la referida al uso de los chalecos salvavidas. En este sentido, el Reglamento de Circulación Aérea, en el libro quinto, que recoge las normas para helicópteros no expresa nada al respecto del uso de chalecos salvavidas en operaciones especiales, en las que está incluida la extinción de incendios forestales. En el apartado 7.1.5.4 del libro séptimo se hace referencia al uso de estos dispositivos en los aviones que vuelan sobre el agua, pero no se incluye a los helicópteros.

1.10.2. *Fallo de motor sobre el agua*

Cuando se realiza el amaraje forzoso de un helicóptero, el problema principal que surge es que el hundimiento, que habitualmente se suele producir en posición invertida como ocurrió en este caso, suele ser muy rápido y por ello la cabina se llena de agua en pocos instantes.

Además, es habitual que los amarajes forzosos en helicópteros sucedan durante las fases críticas del vuelo estando ya muy cerca del agua, como es el caso de maniobras de aproximación para cargar agua o descensos en vuelo estacionario, por lo que el tiempo de amaraje es muy corto y en el caso de caer al agua y producirse el hundimiento, apenas existe margen de tiempo para poder abandonar la aeronave por las vías de escape normales, que son las puertas de acceso, las ventanas o cualquier apertura que se haya podido originar en el fuselaje en el impacto.

Por este motivo es de suma importancia que exista un entrenamiento previo de la evacuación de un helicóptero que se ha hundido después de un amaraje forzoso, ya que algunos estudios realizados al respecto indican en que la supervivencia cuando se ha recibido entrenamiento se eleva a un 91,5% frente a un 66% en los casos en los que no se ha recibido entrenamiento⁶.

El piloto no había recibido entrenamiento en amarajes forzosos con helicóptero durante el tiempo que llevaba trabajando para el operador y tampoco se ha podido constatar que lo tuviera anteriormente.

1.11. Información orgánica y de dirección

1.11.1. *Aspectos generales*

Durante la investigación se constató que el Operador no tenía ningún procedimiento escrito en el que constase cuales eran los criterios que se usaban para la selección de los pilotos que iban a participar en la extinción de incendios forestales. No obstante, después del accidente, informó que estaban elaborando un manual para realizar la selección de los pilotos.

De acuerdo con el MOE-LCI, la experiencia mínima exigida para los comandantes que participasen en labores de lucha contra incendios forestales era de 800 h de vuelo, 200 h de ellas en operaciones de ambiente similar, 300 h en helicópteros del mismo tipo de motor con el que iban a operar (turbina o de motor de pistón), estar en posesión de la habilitación de Piloto Agroforestal en vigor y haber completado el

⁶ Brooks, CJ. «The human factors relating to escape and survival from helicopter ditching in water». Neully sur Seine, France: NATO AGARD; 1989. AGARDograph 305(E).

entrenamiento de lucha contra incendios (Agroforestal) descrito en el capítulo 4 del citado Manual.

En dicho capítulo, se especifica que el objetivo del entrenamiento es que el comandante se familiarice con los procedimientos de la operación de lucha contra incendios y del equipo específico que utiliza el helicóptero, y se establece además que el entrenamiento deberá contemplar al menos los siguientes apartados:

1. Servicio de lucha contra incendios.
2. Equipos de lanzamiento de agua.
3. Vuelo en zonas de montaña.
4. Diferentes tipos de fuego y su extinción.
5. Normas de seguridad – procedimientos de emergencia.
6. Señales tierra-aire.
7. Gestión y recursos de cabina.
8. Comunicaciones.
9. Familiarización con las obligaciones del resto del personal.

El Anexo 1 del Manual da una relación general de qué se debe entrenar en relación a cada uno de los apartados anteriormente expuestos, pero no detalla la manera de realizar cada punto del entrenamiento.

1.11.2. Aspectos técnicos de la operación

El MOE-LCI describe detalladamente como se debe realizar la operación con un helibalde colgando.

Especifica que todas las operaciones se efectuarán siguiendo las indicaciones de montaje y comprobaciones descritas en el manual del depósito en cuanto a forma de enganchar, colocación de la cabeza, longitud de los cables, operaciones de cinchado, y mecanismo de apertura.

También se dan indicaciones claras sobre cómo se debe conectar, y sobre las posibles maneras de transportarlo.

En cuanto a la operación de toma y despegue con el depósito colgando, en el MOE-LCI se explica que para esta operación el helicóptero se posicionará en estacionario encima del depósito sin tensar los cables, para a continuación ascender verticalmente hasta librar el suelo, procediendo a continuación a comprobar a través del espejo la colocación adecuada de todos los elementos del equipo. Al colocarlo en el suelo se desplazará el helicóptero de manera que finalmente quede colocado fuera del fuselaje del helicóptero. En todas estas operaciones se procurará evitar el arrastre del helibalde para no dañar la bolsa.

Una vez que el depósito está en el aire y se ha alcanzado una velocidad segura, se procederá a colocar el interruptor de suelta eléctrica (CARGO RELEASE) en la posición de armado (ARM) y se mantendrá en esa posición durante todas las fases del vuelo. El interruptor de «suelta eléctrica de carga» deberá colocarse en la posición «OFF» después de tomar tierra para proceder a la recogida y plegado del depósito.

No obstante, el suplemento del manual de vuelo sobre el gancho de carga del propio helicóptero dice que antes del despegue la palanca de suelta eléctrica debe de estar armada, mientras que el MOE LCI dice que esta palanca se arme después del despegue cuando se tenga velocidad, y una vez en vuelo el manual de vuelo dice que se sitúe «como se desee».

El MOE-LCI especifica que al volar con el depósito vacío la velocidad máxima es de 80 kt, y que se debe coger velocidad lentamente, y determinar una velocidad máxima segura, de acuerdo a las condiciones de operación externas, evitando maniobras bruscas. La velocidad máxima con el depósito cargado estará de acuerdo con el manual de vuelo, teniendo en cuenta que aunque es más estable también produce más inercias en el vuelo del helicóptero.

En cuanto a la operación de llenado, el MOE-LCI dice que no se debe introducir el depósito en el agua cuando el helicóptero lleve velocidad de traslación, puesto que ello provocaría una situación de peligro, aunque sí es recomendable hacerlo con un poco de impulso hacia delante para facilitar un llenado más rápido.

El manual para operadores del fabricante del helibalde dice que no es necesario remolcarlo para que se sumerja, porque este ya está contrapesado con el fin de que se incline y se hunda inmediatamente cuando está en contacto con el agua.

En cualquier caso no se debe volar más rápido que aquella velocidad que deje atrás el efecto del rebufo sobre el agua, ya que es la primera referencia para mantener una posición en estacionario fiable.

En el MOE-LCI no se establece ninguna velocidad concreta para volar con el depósito vacío, aunque el operador informó de que no se deben superar los 60 kt. No obstante, el manual para operadores de la casa constructora del helibalde dice que puede volar hasta 95 kt, pero que dicha velocidad se debe lograr lentamente para adecuar la estabilidad del helibalde a las condiciones del vuelo del helicóptero.

Tampoco se hace ninguna indicación sobre cuál es la altura a la que se debe establecer el helicóptero en vuelo estacionario antes de iniciar el descenso para la carga de agua, aunque el operador indicó que lo hacen a una altura aproximada de 15 m (50 ft) sobre la superficie del agua.

2. ANALISIS

2.1. Estudio de la operación

Según los datos grabados en el registrador la aeronave tardó 9 min en desplazarse desde la base de Siete Aguas hasta las proximidades del embalse, volando a una altitud aproximada de 3.000 ft y con una velocidad de entre 80 y 90 kt.

Nada más llegar realizó la primera carga de agua, lo que confirmaría que llevaba el depósito colgando desde su partida, es decir, no aterrizó para desplegarlo, por lo que tuvo que estar volando con una velocidad superior a la que el Operador tiene como referencia cuando se vuela en vacío, que es de 80 kt, según informó durante la investigación, aunque esta velocidad si estaba dentro de lo admisible según el manual del fabricante del helibalde.

La aeronave realizó ocho cargas de agua, según el procedimiento indicado en el MOE-LCI del Operador, es decir, posicionándose sobre el punto de carga sin velocidad de traslación, descendiendo en vuelo estacionario, sumergiendo el depósito en el agua hasta cargarlo, para después elevarse e iniciar el vuelo hasta el punto de descarga. No obstante, tanto las alturas a las que iniciaba el descenso como las velocidades de aproximación hasta quedar sin velocidad de traslación fueron diferentes en cada caso.

En ningún caso excepto en la octava carga de agua, la altura en el momento de iniciar el descenso en estacionario, era los 15 m (50 ft) a los que hacía referencia el Operador en la información que facilitó durante la investigación. En dicha carga inició la maniobra de descenso desde 48 ft, es decir, prácticamente los 15 m de altura.

También quedó registrado que a medida que iba realizando las cargas y descargas de agua, las maniobras de descenso en estacionario se hacían cada vez en menos tiempo.

Después de la segunda descarga estuvo realizando varios aterrizajes en otros lugares, en labores de apoyo a las BIC (probablemente trasladando material) ya que la información registrada correspondía a aproximaciones y posteriores descensos en vuelo estacionario a altitudes superiores a las que tenía cuando realizó las distintas cargas de agua en el embalse y además se observó en varias ocasiones como se activaba y desactivaba el aviso MASTER CAUTION relacionado con la apertura las puertas del helicóptero.

Otro aspecto que llama la atención es que todas las aproximaciones las realizó con grandes regímenes de descenso en su fase final, lo que le obligaba a frenar el helicóptero elevando excesivamente la parte delantera (flare) para disminuir el régimen de descenso y la velocidad de traslación. Este hecho fue sin duda el factor contribuyente más importante que hizo que durante la novena carga de agua, introdujera el depósito cuando llevaba una velocidad de traslación de 38 kt. A partir de ese momento se activó de nuevo el aviso MASTER CAUTION, coincidiendo con una bajada del par del motor izquierdo y también con el nivel más bajo de las revoluciones del rotor principal, y

además se incrementaron tanto la aceleración vertical como la lateral, y posteriormente también el par y las revoluciones de ambos motores. Todo ello sería totalmente compatible con una pérdida de control del helicóptero que hizo que terminara cayendo al embalse.

No obstante, el estudio de los parámetros del DFDR indicaría que el piloto trató de controlar la aeronave después de haber introducido el helibalde en el agua. Según estos parámetros la aeronave siguió volando aunque con valores asimétricos del par de ambos motores, ya que en el izquierdo aumentó, mientras el derecho mantuvo valores normales. Después de introducir el helibalde en el agua llevando velocidad, y que se produjera el fallo del motor izquierdo, la velocidad indicada se elevó hasta 40 kt en un intervalo de tiempo de entre 6 s y 8 s después.

En un primer momento mantuvo la posición de la palanca del mando colectivo, pero desplazándola hacia arriba un poco, y después de 9 s la redujo hasta llegar a un valor cercano al que tenía al principio o un poco menor, para 13 s más tarde iniciar un nuevo incremento hasta llegar al 98% de su recorrido.

El ángulo de cabeceo se redujo un poco en el primer momento, y luego se elevó hasta un valor cercano al inicial, para luego descender hasta un valor muy próximo a cero, siempre positivo, iniciando después una elevación del morro hasta alcanzar y mantener un ángulo de cabeceo alrededor de 15°.

Las revoluciones del motor derecho estaban entre el 98% y el 99% de operación, iniciaron 2 s después un descenso continuado hasta el 56% a lo largo de 17 s, y las revoluciones del rotor principal (Nr) que se hallaban en el 98% en el momento del fallo, pasaron en 1 s al 95%, manteniéndose durante varios segundos más en ese valor, para luego continuar un descenso hasta el 58%. El par y las revoluciones del motor derecho siguieron descendiendo.

Al realizarse todo ello con el control de combustible del motor derecho en posición de vuelo normal (Flight), puede entenderse que el piloto pretendía iniciar el vuelo o alcanzar la orilla.

No obstante, el estudio de las actuaciones del helicóptero una vez que había fallado uno de los motores, permite afirmar que en la posición que se hallaba el helicóptero en el momento del suceso, no era posible ejecutar un perfil de despegue con un motor inoperativo similar al de CAT A sobre una plataforma a nivel de superficie.

Hay que tener en cuenta además que en ese momento el helicóptero, que estaba a una altura aproximada de 68 ft sobre el agua, llevaba colgando el helibalde que, o bien estaba colgando del gancho de carga en su posición normal, o incluso es muy probablemente que estuviera ya enganchado en el patín trasero izquierdo provocando incluso una situación todavía más desfavorable.

Por este motivo, y de acuerdo con los datos sacados del Manual de Vuelo, el helicóptero no tenía suficiente distancia entre la parte más baja de los patines y la superficie del agua para ejecutar una maniobra de despegue con un solo motor y además, la distancia era aún menor por llevar colgado el helibalde.

Otro factor que indicaría que estuvo tratando de controlar el vuelo hasta el último instante lo probaría la postura que tenía el cuerpo del piloto cuando fue rescatado, que era la misma que se lleva durante el vuelo con la mano derecha sujetando el mando cíclico y la izquierda controlando el mando colectivo y que la causa del fallecimiento fuera asfixia por sumersión, ya que seguramente quedaría inconsciente tras el impacto. No parece muy probable que un piloto de su experiencia volase sin el arnés de seguridad, y el hecho de que al ser sacado del agua no lo llevara puesto seguramente fue porque al ser consciente de que el helicóptero iba a caer al embalse se desabrochó el arnés para poder salir de la aeronave con más facilidad. Es muy probable que las fracturas de las costillas verdaderas (externales) del lado derecho fueran causadas por las elevadas aceleraciones registradas en el momento en el que el helibalde del helicóptero impacta contra el agua llevando el cinturón de seguridad abrochado, y que fuera posteriormente a ese instante cuando se lo desabrochase. Por otro lado el intenso dolor que podría haber causado esas roturas sería suficiente como para haber podido dejar al piloto con un cierto grado de inconsciencia impidiéndole abandonar el helicóptero.

Por todo lo anterior parece que el piloto no contempló en ningún momento la posibilidad de realizar un amaraje forzoso controlado, sino que la única maniobra que intentó fue remontar el vuelo sin tener en cuenta que el helicóptero ya no estaba en condiciones de hacerlo.

Sin duda, lo que determinó que el piloto no pensara en realizar un amaraje forzoso controlado fue el hecho de que no tuviera entrenamiento en este tipo de operaciones. Por ello, se considera de suma importancia que los pilotos que participan en trabajos aéreos, y muy especialmente los que se dedican a la lucha contra los incendios forestales, que tienen más probabilidad de volar sobre extensas superficies de agua, reciban entrenamiento en la realización de amarajes forzosos controlados.

Se considera que la manera más efectiva de realizar dichos entrenamientos es en un simulador, por lo que se va a emitir una recomendación a Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) para que obligue a los Operadores a realizar esa clase de entrenamiento.

Durante la investigación también se ha constatado que el operador no contemplaba ni formación ni entrenamiento para que las tripulaciones puedan realizar evacuaciones debajo del agua, ya que la normativa no lo exige.

Finalmente, se ha detectado también que el Reglamento de Circulación Aérea (RCA) solamente contempla el uso de chalecos salvavidas en aviones que vuelan sobre el agua,

pero no se incluye a los helicópteros, y parece razonable extender esta exigencia también a los helicópteros. Por ello se va a dar una recomendación a la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) para que ponga en marcha, dentro de sus respectivas competencias, los mecanismos necesarios que permitan realizar una modificación técnica en el RCA que extienda el uso de los chalecos salvavidas, exigidos ya en las operaciones de aviones que vuelan sobre agua, también a los helicópteros.

2.2. Estudio de los daños que presentaba la aeronave

Las evidencias encontradas durante la inspección de los restos señalaban que el depósito había golpeado en los ejes de mando de los motores y en el estabilizador horizontal izquierdo, y ello sería totalmente compatible con la maniobra anteriormente descrita en la que se introduce el depósito en el agua cuando el helicóptero todavía llevaba velocidad de traslación y este ofrece una elevada resistencia como si de un ancla se tratara, produciendo deformaciones en la parte baja del fuselaje y en la zona de anclaje del gancho de carga, para posteriormente salir despedido primero hacia delante golpeando en las barras de mando de los motores y luego hacia atrás pegando en el estabilizador horizontal.

El hecho de que el gancho de carga del helicóptero estuviera suelto y los cables de los que colgaba quedasen arrollados alrededor del patín confirmarían que una vez que surgió la emergencia, el piloto trató de soltar el depósito, pero al arrollarse los cables dificultó que la aeronave quedase liberada del helibalde y pudiera remontar el vuelo.

En cualquier caso los daños en los ejes de mando de ambos motores, fueron anteriores al momento en el que se soltó la cabeza del helibalde del gancho de carga, porque se produjeron durante el primer movimiento hacia delante después de haber sido introducido en el agua.

En este sentido, el hecho de no llevar armada la palanca de suelta eléctrica del gancho de carga, cuando sí debería haberlo estado, impidió al piloto poder soltar el helibalde nada más introducido en el agua, y hubiera impedido el movimiento hacia delante que terminó golpeando en los ejes de mando de los motores y provocó la pérdida de mando sobre los mismos.

Una vez que el piloto perdió el control y el helicóptero cayó al agua las palas del rotor principal golpearon contra el agua y contra la cabina, ya que las roturas que presentaban eran congruentes con una fuerza de flexión opuesta al sentido de giro que seguramente se produjo en el momento del impacto contra el agua.

Al golpear contra la parte delantera de la aeronave y posteriormente contra la cabina se produjo el desprendimiento de las memorias de los registradores.

La experiencia en anteriores accidentes de helicópteros coincide con las recomendaciones que se recogen en el documento ED-112 para la instalación de estos equipos de modo que se minimice el riesgo de destrucción de los medios de grabación.

En los casos donde en helicópteros los equipos se han instalado en el fuselaje posterior o inicio del puro de cola la recuperación ha sido más sencilla y los daños de los equipos han sido menores que en este accidente.

No obstante, la cantidad de sucesos que se conocen no es suficiente para emitir una recomendación dirigida a modificar la localización de estos equipos en este modelo de aeronave, teniendo en cuenta además las razones que esgrimió el fabricante de la aeronave.

2.3. Consideraciones sobre organización y gestión

Durante la investigación se ha constatado que en los últimos años el Operador ha tratado de mejorar sus procedimientos realizando un manual de operaciones especiales para la lucha contra incendios en el que en algunos aspectos se detalla cómo se deben desarrollar este tipo de operaciones.

No obstante, aunque informó que transmitía a sus tripulaciones tanto las velocidades como las alturas adecuadas para la operación, lo cierto es que en el MOE-LCI no se recogen ni la velocidad a la que se debe volar cuando se lleva el depósito vacío, ni la altura de referencia a la que se debe situar el helicóptero para iniciar el descenso en vuelo estacionario cuando se va a realizar la carga de agua.

Por otro lado también se ha detectado que no existe una planificación ni un procedimiento adecuado para la selección de los pilotos que han de participar en las labores de extinción de incendios, dándose casos como el que nos ocupa, en el que la experiencia del piloto era muy extensa, pero no en el tipo de operación, y al que se le encomendó esta tarea sin una planificación previa, a pesar de que llevaba bastante tiempo sin realizar este tipo de operación, tratando de echar mano de los efectivos disponibles dadas las dimensiones y la extensión que tenía el incendio, y la gran zona que abarcaba. Prueba de ello es el hecho de que el piloto no estaba lanzando agua contra las llamas debido a su escasa experiencia en este tipo de operación, pero realizaba una acción muy similar asumiendo riesgos igualmente elevados.

Por tal motivo se va a emitir otra recomendación al Operador para que establezca un procedimiento apropiado para la selección de pilotos que han de participar en la lucha contra incendios forestales, de manera que se asegure que estos no solo tienen la suficiente experiencia, sino que también han recibido un entrenamiento recurrente adecuado antes de ser destinados a ese tipo de operación.

Los desplazamientos del helicóptero que quedaron registrados en el DFDR durante un tiempo de entre 19 s y 20 s después de ocurrir la divergencia de valores entre el par que tenían los motores no son coincidentes con los propios de un amaraje forzoso controlado, sino que son compatibles con una pérdida de altura no controlada por el piloto llevando una velocidad indicada hacia delante de 38 kt. También quedó registrado un alabeo a la derecha instantes antes de contactar el helicóptero con el agua.

También se ha constatado una ausencia total de entrenamiento de las emergencias relacionadas con las operaciones de carga de agua que se desarrollan sobre embalses u otras zonas similares.

Por último, y aunque no lo exige expresamente la legislación se va a emitir una última recomendación al operador instándole a que incluya como parte del equipo de los pilotos que realizan operaciones de carga de agua sobre grandes superficies embalsadas o sobre el mar un chaleco salvavidas.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- El helicóptero despegó de la base de Siete Aguas a las 12:52 y voló hasta la zona del embalse directamente, tardando 9 minutos en llegar y durante el trayecto llevó el depósito colgando.
- Realizó ocho cargas de agua en el embalse y las correspondientes ocho descargas sobre una zona situada al norte del embalse en la que las llamas ya habían sido extinguidas.
- Después de la segunda descarga realizó varias operaciones de traslado de las BCI.
- Las ocho cargas de agua se realizaron posicionándose en vuelo estacionario, descendiendo e introduciendo el depósito hasta llenarlo, para posteriormente iniciar el ascenso y realizar la descarga, aunque en algún momento durante esas operaciones tuvo cierta velocidad de traslación.
- Según las altitudes de presión registradas en el DFDR, 1.040 ft era la altitud mínima del helicóptero sobre el pantano, por lo que se puede asociar como la altitud que tenía el helicóptero cuando introducía el helibalde en el agua.
- Solo en la octava carga de agua se posicionó a una altura de 15 m sobre el embalse antes de empezar a descender en vuelo estacionario.
- Durante la novena carga de agua introdujo el depósito cuando llevaba una velocidad de traslación.
- El depósito retuvo el avance del helicóptero y salió despedido hacia delante primero, dañando los ejes de mando de los motores, y luego hacia atrás golpeando en el estabilizador horizontal izquierdo.
- En su recorrido produjo importantes deformaciones en la parte inferior del helicóptero.
- Durante la caída al embalse, las palas del rotor principal golpearon en la parte delantera de la aeronave, en la cabina y alguna de ellas arrancó la memoria del DFDR y del CVR.
- La memoria del DFDR se pudo recuperar y se logró extraer los datos que contenía.
- El piloto tenía poca experiencia en este tipo de operaciones.
- El piloto no había recibido entrenamiento en operaciones de amaraje forzoso controlado ni tampoco en evacuaciones de emergencia debajo del agua.
- El piloto no llevaba ningún chaleco salvavidas.
- La normativa no exige llevar chalecos salvavidas en operaciones de helicópteros sobre del agua.

3.2. Causas

Se considera que la causa del accidente fue la realización de una carga introduciendo el helibalde en el agua cuando el helicóptero todavía llevaba velocidad de traslación en vez de hacerlo descendiendo en vuelo estacionario, lo cual hizo que este ofreciera una resistencia tan elevada (a modo de ancla) que primero desequilibró a la aeronave y

después salió despedido de manera incontrolada golpeando contra los ejes de transmisión de mando de los motores causando una pérdida de potencia que llevo al piloto a perder el control de la aeronave.

Se consideran como factores contribuyentes los siguientes:

- Los elevados regímenes de descenso que realizó el piloto durante todas las cargas de agua que le impidieron poder determinar con precisión la altura a la que estaba cuando introducía el helibalde en el agua.
- El hecho de que no llevara armado el interruptor de suelta eléctrica del helibalde, que le hubiera permitido pulsarlo de manera inmediata con la mano y desprenderse del mismo, hubiera evitado los movimientos incontrolados que ocasionaron la pérdida progresiva del control de los motores
- La escasa experiencia del piloto en este tipo de operación y la falta de entrenamiento en operaciones de amaraje forzado controlado.

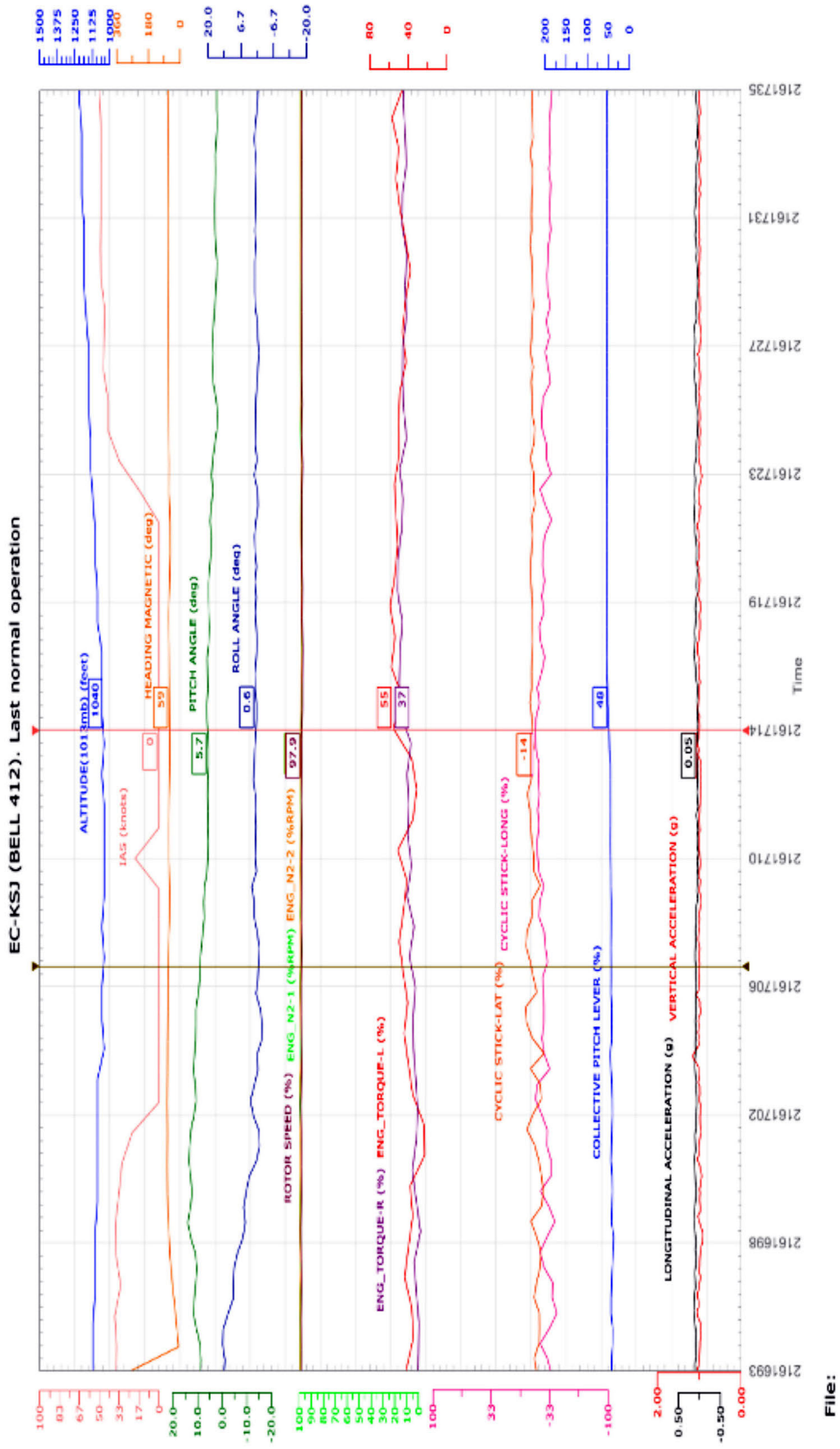
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

- REC 01/14.** Se recomienda a la Dirección General de Aviación Civil que establezca las disposiciones normativas necesarias para exigir a las tripulaciones de helicópteros el entrenamiento de las emergencias que puedan surgir durante las operaciones de carga de agua en embalses o zonas similares.
- REC 02/14.** Se recomienda a la Dirección General de Aviación Civil que ponga en marcha los mecanismos necesarios dentro de sus competencias, que permitan realizar una modificación técnica en el Reglamento de Circulación Aérea que extienda el uso de los chalecos salvavidas que actualmente solamente se exige a los aviones que vuelan sobre el agua, también a los helicópteros.
- REC 03/14.** Se recomienda a la Agencia Estatal de Seguridad Aérea que lleve a cabo una campaña enfocada a concienciar a los pilotos de helicópteros y organizaciones que realizan operaciones de carga sobre embalses y superficies similares sobre la importancia de respetar el procedimiento de carga de agua.
- REC 04/14.** Se recomienda a INAER que incluya en el sistema de entrenamiento recurrente de la organización la exigencia de que las tripulaciones tengan un entrenamiento en las emergencias que puedan surgir durante las operaciones de carga de agua en embalses u otras zonas similares.
- REC 05/14.** Se recomienda a INAER que incluya un chaleco salvavidas como parte del equipamiento de las tripulaciones que realizan operaciones de carga sobre grandes superficies de agua embalsada o sobre el mar.

APÉNDICES

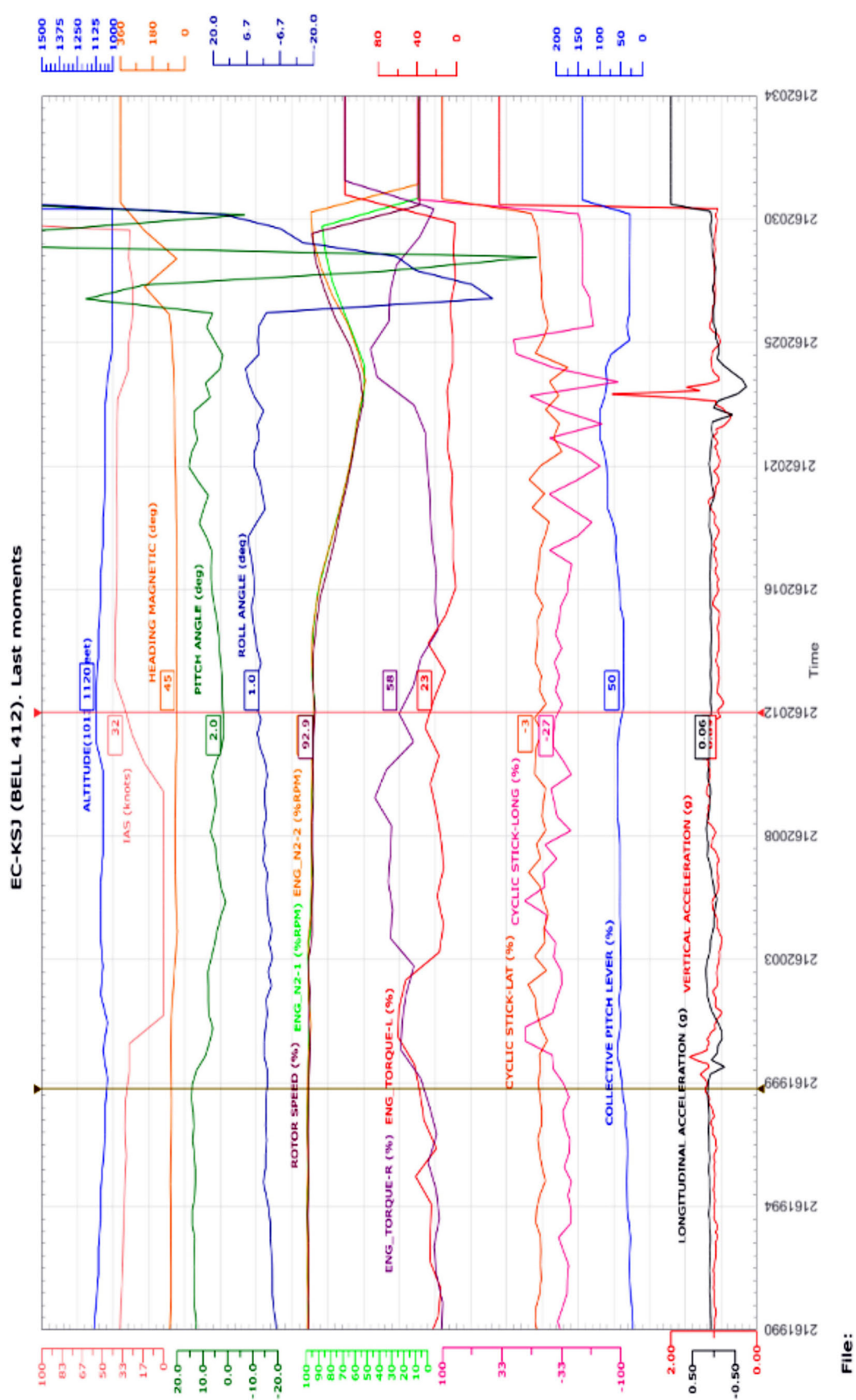
APÉNDICE I

Gráfica de los parámetros en la octava carga de agua



APÉNDICE II

Gráfica de los parámetros en la última carga de agua



APÉNDICE III

Trayectorias del sistema de seguimiento de flota

