

# CIAIAC

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

## Informe técnico A-002/2010

Accidente ocurrido el día 21 de enero de 2010 a las 20:16 hora local, al helicóptero AgustaWestland AW139, matrícula EC-KYR, operado por la compañía INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, en las proximidades de la costa de Almería



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO



# Informe técnico

## A-002/2010

---

**Accidente ocurrido el día 21 de enero de 2010 a las 20:16 hora local, al helicóptero AgustaWestland AW139, matrícula EC-KYR, operado por la compañía INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, en las proximidades de la costa de Almería**



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: 161-12-113-6

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](mailto: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

<b>Abreviaturas</b> .....	vii
<b>Sinopsis</b> .....	ix
<b>1. Información factual</b> .....	1
1.1. Antecedentes del vuelo .....	1
1.2. Lesiones de personas .....	7
1.3. Daños a la aeronave .....	8
1.4. Otros daños .....	9
1.5. Información personal .....	9
1.5.1. Información sobre el comandante .....	9
1.5.2. Información sobre el copiloto .....	11
1.5.3. Actividad de la tripulación de vuelo en el mes de enero .....	13
1.5.4. Vuelos conjuntos piloto-copiloto .....	13
1.5.5. Información sobre el operador de grúa .....	13
1.5.6. Información sobre el rescatador .....	14
1.6. Información de aeronave .....	14
1.6.1. Información general .....	14
1.6.2. Configuración del helicóptero EC-KYR: FD, AP y modos SAR .....	15
1.6.3. Registros de mantenimiento .....	15
1.6.4. Sistemas y protecciones del helicóptero relacionados con la altura .....	16
1.6.5. Presentación de avisos e información relacionada con la altura .....	17
1.7. Información meteorológica .....	18
1.8. Ayudas para la navegación .....	19
1.9. Comunicaciones .....	19
1.10. Información de aeródromo .....	20
1.11. Registradores de vuelo .....	21
1.11.1. Primer ejercicio .....	21
1.11.2. Repetición del primer ejercicio .....	22
1.11.3. Desplazamiento hacia la zona de ejercicios con la Salvamar .....	23
1.11.4. Segundo ejercicio .....	24
1.11.5. Tercer ejercicio .....	24
1.11.6. Último despegue: regreso a Almería .....	25
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto .....	27
1.12.1. Localización y recuperación de los restos .....	27
1.12.2. Inspección de la estructura .....	28
1.12.3. Inspección de los motores .....	30
1.12.4. Análisis del combustible .....	30
1.13. Información médica y patológica .....	30
1.14. Incendios .....	31
1.15. Aspectos de supervivencia .....	31
1.15.1. Funcionamiento de las balizas de emergencia .....	31
1.15.2. Inspección de la radiobaliza de aeronave ELT .....	31
1.15.3. Posiciones de la tripulación en el helicóptero y supervivencia del operador de grúa .....	32

1.15.4.	Sistema de flotación del helicóptero .....	32
1.16.	Ensayos e investigación .....	33
1.16.1.	Declaración del superviviente .....	33
1.16.2.	Vuelos de prueba .....	33
1.16.3.	Utilización de las luces de rodadura .....	35
1.16.4.	Comunicación helicóptero-base .....	35
1.17.	Información sobre organización y gestión .....	35
1.17.1.	Regulación de la actividad SAR en España .....	35
1.17.2.	Documentación del operador: MBO y MOE SAR .....	37
1.17.3.	Documentación del operador: Descripción de las maniobras en el MOE SAR .	39
1.17.4.	Documentación del operador: Listas de comprobación .....	41
1.17.5.	Documentación del operador: selección, formación y entrenamiento .....	43
1.17.6.	Vigilancia de la seguridad .....	45
1.17.7.	Cambios en el servicio SAR previos al accidente .....	45
<b>2.</b>	<b>Análisis .....</b>	<b>47</b>
2.1.	Aspectos relacionados con el vuelo .....	47
2.1.1.	Análisis de las aproximaciones a estacionario .....	47
2.1.2.	Análisis de las maniobras SAR .....	48
2.1.3.	Análisis de los despegues .....	49
2.1.4.	Análisis de los ascensos, desplazamientos y descensos .....	50
2.1.5.	Análisis del último despegue y el descenso hasta el impacto .....	50
2.2.	Aspectos relacionados con la tripulación .....	54
2.2.1.	Análisis cualitativo de las comunicaciones en cabina .....	54
2.2.2.	Fatiga de la tripulación: análisis de errores y carga de trabajo .....	56
2.2.3.	Entrenamiento y experiencia de la tripulación .....	58
2.3.	Aspectos relacionados con la aeronave .....	59
2.4.	Aspectos relacionados con el operador .....	62
2.5.	Aspectos relacionados con el regulador .....	65
<b>3.</b>	<b>Conclusión .....</b>	<b>67</b>
3.1.	Conclusiones .....	67
3.2.	Causas .....	71
<b>4.</b>	<b>Recomendaciones sobre seguridad .....</b>	<b>73</b>

## Abreviaturas

00°	Grado(s)
AAIB	«Air Accident Investigation Board» (Organismo oficial de investigación de accidentes de aviación del Reino Unido)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
ALAR	«Approach and Landing Accident Reduction» (reducción de accidentes en aproximación y aterrizaje)
AP ATT	«Autopilot Long Term Stabilization» (sistema de estabilización a largo-plazo del autopiloto)
ATC	«Air Traffic Control» (control de tráfico aéreo)
AW	AgustaWestland
CAA	«Civil Aviation Authority» (Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido)
CFIT	«Controlled Flight Into Terrain» (vuelo controlado contra el terreno)
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CLH	Compañía Logística de Hidrocarburos
COSPAS-SARSAT	«Space System for the Search of vessels in distress and Search And Rescue Satellite-Aided Tracking»
CRM	«Crew Resource Management» (gestión de recursos de la tripulación)
CVR	«Cockpit Voice Recorder» (registrador de voces en cabina)
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
DH	«Decision Height» (altitud de decisión)
EASA	«European Aviation Safety Agency» (Agencia Europea para la Seguridad Aérea)
ELT	«Emergency Locator Transmitter» (radiobaliza de emergencia)
FAF	«Final Approach Fix» (punto final de aproximación)
FD	«Flight Director» (director de vuelo)
FDR	«Flight Data Recorder» (registrador de datos de vuelo)
ft	«Feet» (pie(s))
FTR	«Force Trim Release» (interruptor de desconexión del sistema de trimado)
GS	«Ground Speed» (velocidad respecto al suelo)
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IAF	«Initial Approach Fix» (punto inicial de aproximación)
IF	«Intermediate Fix» (punto intermedio)
IFR	«Instrumental Flight Rules» (reglas de vuelo instrumental)
INTA	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IR	«Instrument Rating» (habilitación de vuelo instrumental)
JAR-FCL	«Joint Aviation Authority - Flight Crew Licence»
km	Kilómetro(s)
kt	Knot(s) (nudo(s))
LEAM	Indicativo OACI del aeropuerto de Almería
LOSA	«Line Operations Safety Audit» (auditorías de seguridad en línea)
MAP	«Missed Approach Point» (punto de aproximación frustrada)
MBO	Manual básico de operaciones
MCC	«Multicrew Cooperation»
MCL	«Master Caution Light» (aviso visual de precaución)
MEL	«Master Equipment List» (lista de equipo mínimo)
METAR	Información meteorológica de aeródromo
MFD	«Multifunction Flight Display» (pantalla de vuelo multifunción)
MMEL	«Master Minimum Equipment List» (lista maestra de equipo mínimo)
MOE SAR	Manual de Operaciones Especiales de Búsqueda y Salvamento
MOT	«Mark On Target»
N	Norte
NM	«Nautical Mile» (milla náutica)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PFD	«Primary Flight Display» (pantalla primaria de vuelo)
PNV	Piloto No Volando

### Abreviaturas

P/N	«Part Number» (número de parte)
PV	Piloto Volando
QNH	Ajuste del altímetro para que marque en el aeropuerto la altura del mismo sobre el nivel del mar
RCA	Reglamento de la circulación aérea
RHT	«Radioheight» (radioaltitud)
ROV	«Remote Operated Vehicle» (vehículo no tripulado submarino)
SAR	«Search And Rescue» (búsqueda y salvamento)
SASEMAR	Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima
SMS	«Safety Management System» (sistema de gestión de la seguridad)
S/N	«Serial Number» (número de serie)
SRM	«Safety Risk Management» (gestión del riesgo de la seguridad operacional)
TD	«Transition Down»
TDH	«Transition Down to Hover»
TQ	«Torque»
TU	«Transition Up»
UTC	«Universal Time Coordinated» (tiempo universal coordinado)
VFR	«Visual Flight Rules» (reglas de vuelo visual)
VOR/DME AMR	VOR/DME Almería
W	Oeste
WTR	«Winchman Trim»

## Sinopsis

Propietario:	SASEMAR
Operador:	INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, S.A.
Aeronave:	EC-KYR AgustaWestland AW139
Fecha y hora del accidente:	21 de enero de 2010; a las 20:16:02 hora local <sup>1</sup>
Lugar del accidente:	36° 46.6145' N-002° 21.1665' W (en el mar a 91 m de profundidad, 4,5 NM al sur del aeropuerto del Almería)
Personas a bordo y lesiones:	3, fallecidos (piloto, copiloto y rescatador) 1 herido grave (operador de grúa)
Tipo de vuelo:	Trabajos aéreos. Búsqueda y salvamento. Entrenamiento.
Fecha de aprobación:	18 de septiembre de 2012

### Resumen del accidente

El jueves 21 de enero de 2010 a las 20:16:02 h el helicóptero AgustaWestland AW139, matrícula EC-KYR, impactó en vuelo controlado, y de forma inadvertida por la tripulación, contra el mar a 4,5 millas náuticas (NM) al sur de la costa de Almería.

La aeronave había iniciado su operación a las 18:00 h desde el aeropuerto de Almería, donde tenía su base, y había estado haciendo un vuelo nocturno programado de entrenamiento de búsqueda y salvamento (SAR) durante más de 2 horas. Tras la finalización del entrenamiento a las 20:13:52 h, la aeronave inició el trayecto de regreso al aeropuerto. Dos minutos y 10 segundos después, a las 20:16:02 h, se produjo el impacto contra el mar a una velocidad respecto al suelo (GS) de 110 kt, en rumbo 81°, con 3,5° de ángulo de asiento positivo y con 1° de alabeo a la derecha. El helicóptero quedó destruido como consecuencia del impacto y se hundió hasta quedar situado a 91 m de profundidad. El vuelo había sido en su totalidad nocturno y no había habido condiciones meteorológicas adversas.

De las cuatro personas a bordo (piloto, copiloto, operador de grúa y rescatador) sólo el operador de grúa sobrevivió al accidente.

La investigación ha determinado que el accidente responde a las características de un vuelo controlado contra el agua producido por una percepción errónea del comandante sobre la altitud a la que se encontraba como consecuencia de una ilusión visual

---

<sup>1</sup> La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local obtenida del registrador de datos de vuelo del helicóptero. Se ha identificado un retraso de 12 segundos en las referencias horarias de las dependencias de control de tráfico aéreo con respecto a las obtenidas del registrador.

generada al utilizar referencias externas, de una interpretación errónea en la lectura de los instrumentos o de una combinación de ambas, y a una falta de monitorización de los parámetros de vuelo por parte del copiloto.

Se consideran factores contribuyentes en el accidente:

1. La posible fatiga de la tripulación producida por:
  - La demanda de la operación SAR.
  - La excesiva carga de trabajo del comandante al asumir sus funciones y responsabilidades y gran parte de las del copiloto.
  - El excesivo esfuerzo cognitivo realizado por el copiloto debido a la poca experiencia SAR y al esfuerzo por comprender y comunicarse en una lengua distinta de su lengua materna.
2. Carencias de formación y entrenamiento de la tripulación de vuelo en operaciones SAR y en materia de CRM que:
  - Dificultaron que el comandante gestionase el conflicto no resuelto entre dar al copiloto mayor autonomía y al mismo tiempo confiar plenamente en sus habilidades de vuelo.
  - Dificultaron que el copiloto fuese lo suficientemente asertivo como para comunicar que tenía dificultades para seguir el vuelo debido a intervenciones del comandante no comunicadas y el deseo de terminar bien el vuelo con un comandante que tenía gran ascendencia sobre él.
  - Dificultaron al comandante y al copiloto identificar y gestionar la fatiga.
  - Impidieron a la tripulación gestionar la transición entre una actividad muy demandante (ejercicios SAR) y otra poco demandante (vuelo de traslado).
  - Produjeron una alta exposición durante todo el vuelo y un efecto de habituación de la tripulación a los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET que hicieron que éstos no fueran eficaces para impedir el impacto.
3. La definición y utilización inadecuada de listas de comprobación SAR no adaptadas al modelo de helicóptero y a la operación SAR, que incluían la desconexión del Sistema Automático de Dirección de Vuelo (Flight Director).
4. La falta de normativa específica para las operaciones SAR en España y la baja exigencia de los requisitos exigidos al operador por parte del responsable del servicio SAR.

El informe contiene 17 recomendaciones de seguridad dirigidas a la Agencia Estatal para la Seguridad Aérea (AESA), como organismo que ejerce conjuntamente con otros la función de autoridad de aviación civil en España, a la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) como responsable del servicio SAR, a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE como operador SAR y a la Agencia Europea para la Seguridad Aérea (EASA) como autoridad responsable de la certificación de la radiobaliza de emergencia.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1. Antecedentes del vuelo

El jueves 21 de enero de 2010 estaba planificado el vuelo del helicóptero EC-KYR para un entrenamiento nocturno de búsqueda y salvamento (SAR). La tripulación de vuelo estaba formada por un comandante y un copiloto y la tripulación no de vuelo por un operador de grúa y un rescatador. Este vuelo había sido cancelado en dos ocasiones por una indisposición gástrica del copiloto y por un problema técnico en el helicóptero que fue subsanado.

Era el primer vuelo del día de la aeronave y la puesta en marcha de los motores se inició a las 18:00 h. La puesta de sol se produjo 33 minutos después, a las 18:33 h. Según el operador de grúa, que sobrevivió al accidente, era una noche cerrada. Las condiciones meteorológicas durante el despegue y el resto del vuelo fueron buenas: no había problemas de visibilidad y el viento era de poca intensidad.

El día del accidente el comandante llevaba 14 días de servicio que sólo había interrumpido por uno de descanso el día 11 de enero. Antes había tenido 7 días de descanso. En los últimos 10 días de actividad continuada había tenido un único vuelo de entrenamiento SAR de 2 horas 40 minutos el día 13 de enero, que realizó con el mismo copiloto con el que volaba el día del accidente.

El copiloto estaba de servicio en la base desde el día 8 de enero, por lo que el día del accidente llevaba 14 días de actividad continuados, precedidos de 7 de descanso. En este periodo había realizado un vuelo de entrenamiento SAR el día 13 de enero con la misma tripulación del accidente y dos vuelos nocturnos el día 16 de enero.

La tripulación había llegado a la base a las 12:00 h de la mañana y debía permanecer allí hasta las 00:00 h en que iba a ser relevada por la tripulación del turno de noche, por lo que antes de comenzar el vuelo llevaban 6 horas en la base realizando actividades generales. Cuando los pilotos llegan a la base hacen una inspección pre-vuelo del helicóptero, revisan los partes que afectan al helicóptero, redactan informes de misión, actualizan los manuales, recopilan información meteorológica, revisan notificaciones aeronáuticas que les pueden afectar y el tiempo libre lo dedican a sus preferencias (descanso, gimnasio, lectura, etc.). Además de estas tareas, el comandante ejercía las funciones de jefe de la base, por lo que debía hacerse cargo de la gestión de la base además de estar preparado para cualquier emergencia.

Ese día el helicóptero EC-KYR tenía 6 discrepancias abiertas<sup>2</sup>, entre las cuales se incluía la inoperatividad del aviso acústico asociado a la altitud de decisión («decision height», DH)<sup>3</sup> y el parpadeo de una de las pantallas del copiloto.

---

<sup>2</sup> Descrito en el apartado 1.6.

<sup>3</sup> Sin embargo, este aviso funcionó en el vuelo del accidente.

El entrenamiento previsto para ese día constaba de los siguientes ejercicios:

1. El primer ejercicio era una aproximación a estacionario<sup>4</sup> (denominado por la tripulación como «tráfico a un barco»).
2. El segundo ejercicio era una recogida de supervivientes desde una embarcación, la Salvamar Denévola. Consistía en realizar una aproximación a estacionario a la Salvamar en movimiento, bajar en la grúa al rescatador y al figurativo<sup>5</sup> hasta la Salvamar y volverlos a subir.
3. El tercer ejercicio era una recogida de supervivientes en el mar también con la Salvamar Denévola como embarcación de apoyo. El ejercicio comprendía la realización de una aproximación a estacionario a la Salvamar sin velocidad y la bajada del rescatador al agua para simular una pérdida del mismo. Una vez el rescatador estuviese en el agua, el helicóptero se alejaría unas 5 NM para perder las referencias y proceder a su búsqueda y recogida desde el agua.

El primer contacto con la torre de Almería lo realizó el copiloto a las 18:06:00 h para pedir autorización para el despegue e informar de su actividad al sur del campo durante aproximadamente 2 horas y media. A las 18:10:02 h se produjo el despegue sin incidencias y el helicóptero se dirigió a unas 26 NM al sureste del aeropuerto, frente al Cabo de Gata, para realizar el primer ejercicio.

El comienzo de las grabaciones del registrador de voces en cabina (CVR) se produjo a las 18:14:06 h, con el helicóptero en vuelo a unos 1.000 ft de altitud. A las 18:20 h el copiloto apagó una de sus dos pantallas de vuelo, debido al parpadeo, y seleccionó la otra para que en ésta se le presentase la información más importante de ambas<sup>6</sup>. Dos minutos después, todavía de camino hacia Cabo de Gata, el comandante hizo un recordatorio de los tres ejercicios a realizar. El piloto a los mandos era el copiloto.

### Primer ejercicio (figura 1)

A 10 NM del barco elegido por el comandante para realizar el primer ejercicio, éste pasó a ser piloto a los mandos. Realizó la aproximación en manual<sup>7</sup> hasta los 200 ft de altitud en que volvió a ceder el control al copiloto. En este momento, sonó el aviso

---

<sup>4</sup> Descrito en el apartado 1.17.

<sup>5</sup> El figurativo es un muñeco que se utiliza en los entrenamientos como víctima a rescatar.

<sup>6</sup> En concreto, apagó la pantalla derecha (MFD) y puso la izquierda (PFD) en modo composite. Descrito en el apartado 1.6. La presentación en modo composite selecciona cierta información de cada una de las dos pantallas y la presenta en una sola, manteniendo el tamaño de la información. Esta práctica había sido habitual en los vuelos nocturnos anteriores según se comprobó en el registrador de datos.

<sup>7</sup> El término «manual» usado por la tripulación se refiere a la no utilización de ningún modo del Flight Director. El sistema de estabilización del autopilot (AP long term stabilization o AP ATT) estuvo activo durante todo el vuelo. Descrito en el apartado 1.6.

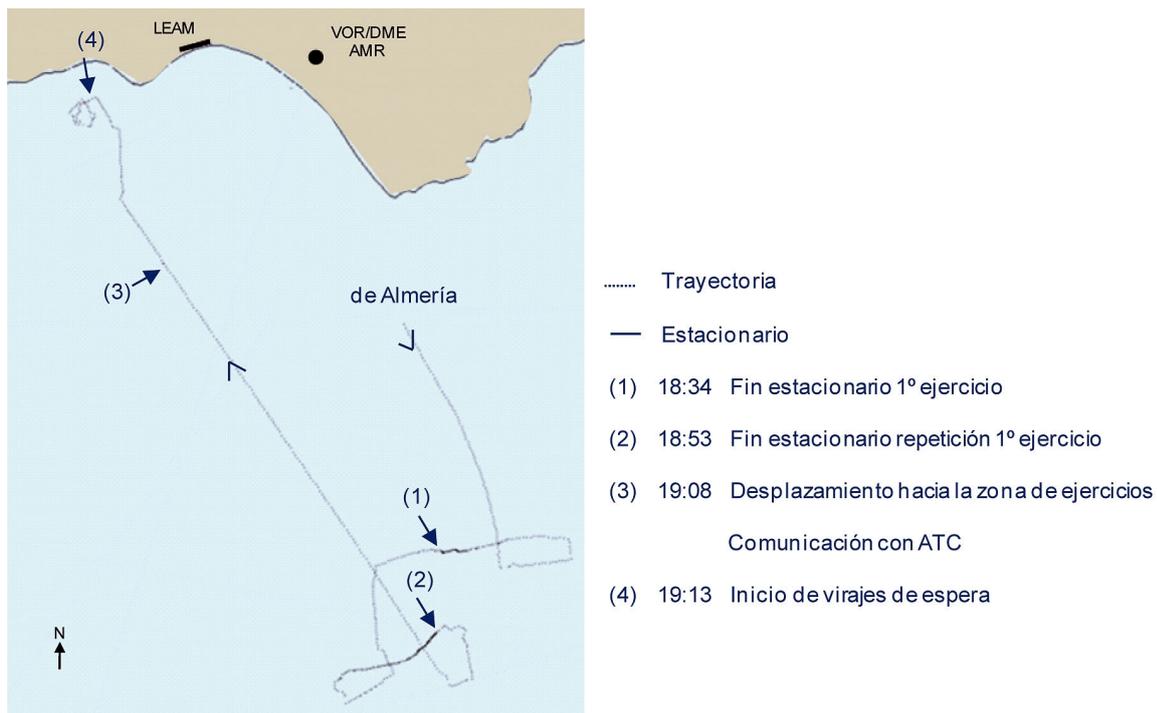


Figura 1. Trayectorias radar en el ejercicio 1.º y en el desplazamiento hacia la zona de ejercicios 2.º y 3.º

acústico de CHECK HEIGHT<sup>8</sup> asociado a la altitud de decisión DH del comandante (200 ft), a pesar de que constaba como inoperativo en los partes de discrepancias. El copiloto terminó la aproximación al barco y realizó el estacionario, ambos en manual. La orientación del barco elegido con respecto al viento no era favorable por lo que decidieron finalizar el estacionario a las 18:34 h y elegir otro barco para repetir la maniobra. El copiloto realizó el despegue en manual hasta 500 ft y a las 18:36:54 h tenían como objetivo otro barco cercano al anterior.

### Repetición del primer ejercicio (figura 1)

La repetición del primer ejercicio se realizó a unas 30 NM del aeropuerto de Almería y también frente al Cabo de Gata. El piloto a los mandos era el copiloto. Toda la maniobra se hizo en manual y el ejercicio se dio por finalizado a las 18:53:46 h en que volvieron a realizar un despegue en manual desde estacionario hasta 500 ft. Los avisos acústicos de LANDING GEAR<sup>9</sup> y ONE FIFTY FEET<sup>10</sup> sonaron 8 veces cada uno durante el ejercicio.

<sup>8</sup> El aviso acústico de CHECK HEIGHT aparece cuando se desciende de la altitud de decisión DH seleccionada. Descrito en el apartado 1.6.

<sup>9</sup> El aviso acústico LANDING GEAR aparece cuando se desciende de 150 ft y el helicóptero no está configurado para el aterrizaje. Descrito en el apartado 1.6.

<sup>10</sup> El aviso acústico ONE FIFTY FEET aparece cuando se desciende de 150 ft. Descrito en el apartado 1.6.

### Desplazamiento hacia la zona de ejercicios con la Salvamar (figura 1)

Tres minutos después, a las 18:56:49 h, el helicóptero inició el desplazamiento en rumbo 331° hacia la zona de ejercicios con la Salvamar Denévola, con la que habían quedado a las 19:15 h para realizar el segundo y tercer ejercicio. La altitud para el desplazamiento fue de unos 500 ft. A las 19:08:22 h el comandante informó a la torre de Almería que se encontraban a unas 9 NM al sur del aeropuerto y que se mantendrían en esa zona a 500 ft o inferior. A las 19:13 h el helicóptero se encontraba ya en la zona de ejercicios acordada con la Salvamar y realizó cuatro virajes de 360° de espera.

### Segundo ejercicio (figura 2)

A las 19:19:27 h iniciaron la coordinación con la Salvamar, que le confirmó que el viento era de 5 kt de intensidad y dirección 090°. La aproximación al barco fue realizada por el copiloto en manual y durante la misma sonaron los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET. Un minuto después se produjo el cambio de mandos del copiloto al comandante para que éste hiciese las operaciones de grúa. A las 19:28:49 h el comandante, ahora a los mandos, inició el estacionario. El ejercicio finalizó a las 19:42:59 h con un despegue desde estacionario. Tanto el estacionario como el despegue se realizaron utilizando automatismos del helicóptero (HOVER y RHT<sup>11</sup> para el estacionario y Transition Up<sup>12</sup> para el despegue).

Tras el despegue desde estacionario, el comandante inició un viraje hacia la derecha para realizar un circuito y orientarse de nuevo hacia la Salvamar para el último ejercicio.

### Tercer ejercicio (figura 2)

Durante el circuito para orientarse para el último ejercicio el comandante volvió a realizar una explicación de lo que iban a realizar y acordaron pedirle a la Salvamar que apagara las luces para realizar la búsqueda de una forma más realista. El piloto a los mandos era el comandante. Realizó la aproximación al barco en manual y sonaron los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET. A las 19:54 h comenzó el estacionario utilizando los modos HOVER y RHT, bajaron al rescatador al agua y 6 minutos más tarde, a las 20:00:25 h, con el rescatador en el agua y desde estacionario, el comandante inició un despegue con el modo «Transition Up», indicándole al rescatador que se alejaban para luego iniciar su búsqueda. Realizaron un alejamiento de unas 2

---

<sup>11</sup> Los modos HOVER y RHT son dos modos del director de vuelo («Flight Director», FD) que permiten mantener el helicóptero en una posición y a una altitud seleccionada por la tripulación de forma automática. Descrito en el apartado 1.6.

<sup>12</sup> Los modos SAR son funciones diseñadas y certificadas específicamente para actividades SAR. El modo SAR TU (Transition Up) lleva al helicóptero desde una situación de baja velocidad y altura hasta 200 ft y 80 kt.

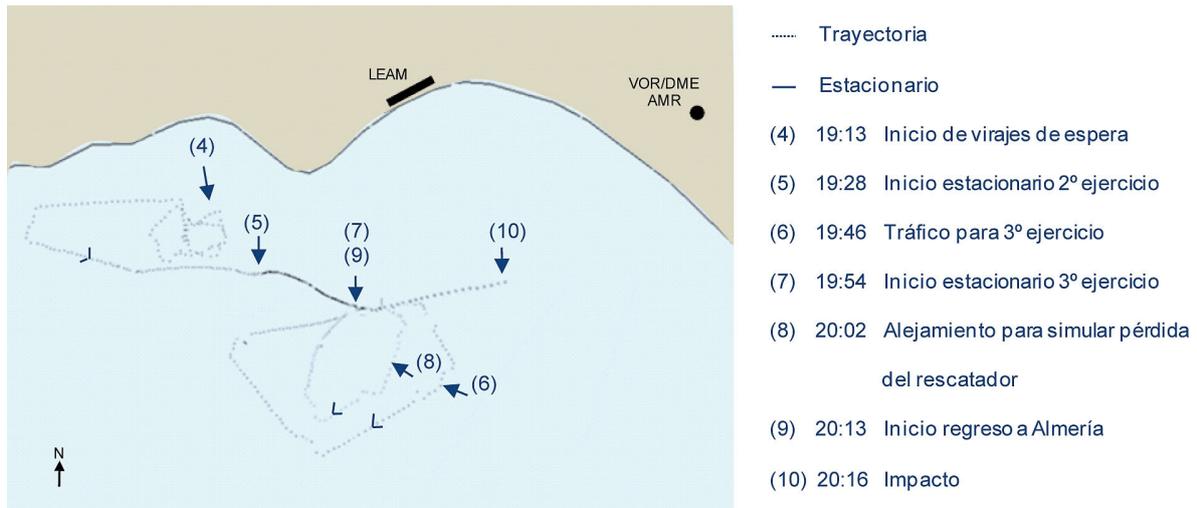


Figura 2. Trayectorias radar en los ejercicios 2.º y 3.º y trayecto de regreso a Almería

NM en forma de elipse, en la aproximación volvieron a sonar los avisos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET y a las 20:06:32 h tenían localizado al rescatador e iniciaban su subida a bordo.

A las 20:13:27 h ya tenían a bordo al rescatador y todo el material utilizado en el ejercicio y el operador de grúa indicó que iba a cerrar la puerta. A las 20:13:38 h, el comandante informó que desacoplaba los modos HOVER y RHT<sup>13</sup>. El director de vuelo («flight director», FD) se desconectó (se pasó a estado de standby) a las 20:13:39 h y a las 20:13:40 h, y solapándose con las últimas palabras del comandante de que desacoplaba HOVER y RHT, el operador de grúa informó «puerta cerrada y cabin clear» dando por finalizado el último ejercicio. El helicóptero estaba a 5 NM al suroeste del aeropuerto de Almería, a 100 ft y en rumbo 82°.

Los ejercicios realizados, sin contar el tiempo de la operación de vuelo en sí, duraron 1 hora y 25 minutos (14 minutos el primer ejercicio que se interrumpió por problemas de viento, 19 minutos la repetición del mismo, 23 minutos el segundo y 29 minutos el tercero).

### Trayecto de regreso a Almería (figuras 2 y 3)

A las 20:13:46 h el comandante informó que iniciaba el ascenso. El ascenso y el resto del vuelo hasta el impacto se realizó en manual (es decir, sin seleccionar ningún modo del FD, que estaba en estado de standby). El piloto a los mandos siguió siendo el comandante.

<sup>13</sup> La acción que hizo fue presionar el botón Standby del FD que desacopla el FD del Autopilot.

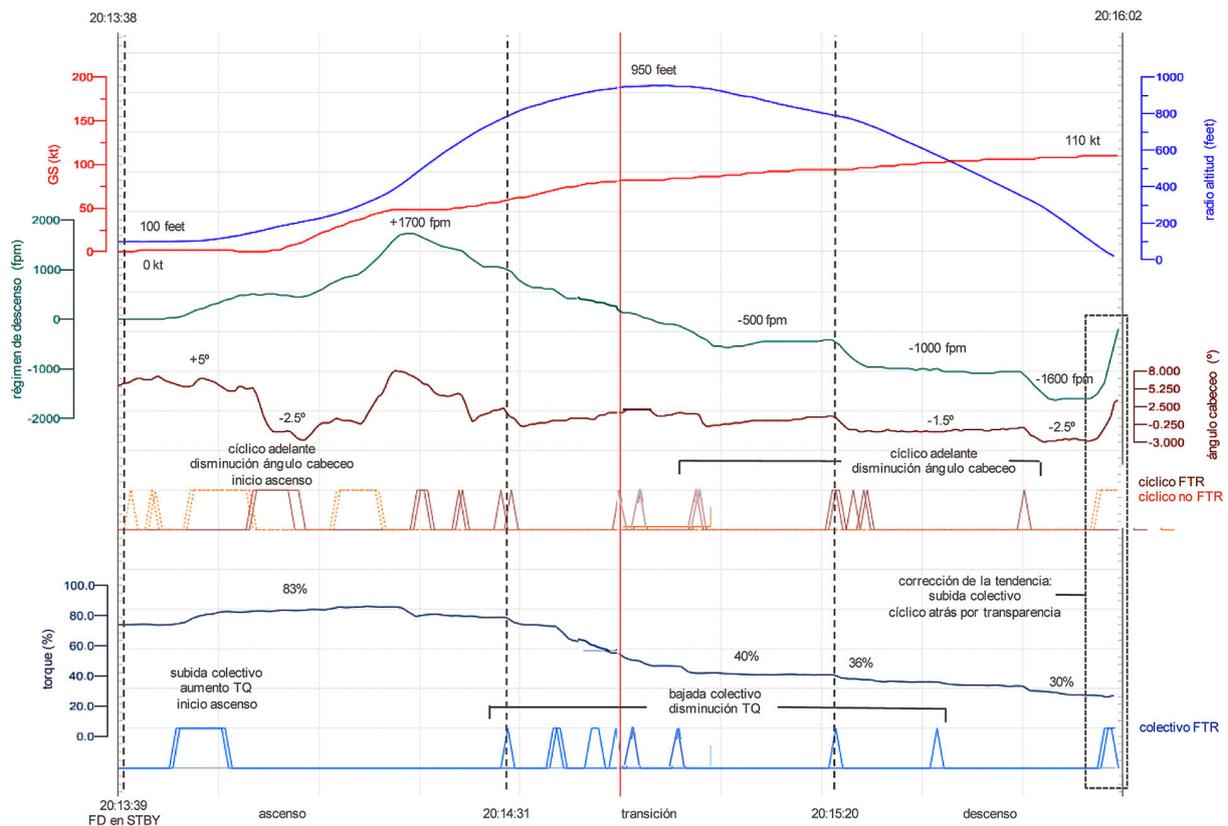


Figura 3. Trayecto de regreso a Almería: perfil de vuelo y acciones sobre mandos de vuelo

Desde el inicio del ascenso (20:13:52 h) hasta el impacto (20:16:02 h) transcurrieron 2 minutos y 10 segundos. El helicóptero mantuvo el mismo rumbo que tenía en el último ejercicio (82°), aumentó la GS de 0 a 110 kt y realizó un ascenso y un descenso con una transición muy suave entre ambos.

El ascenso se inició con la actuación sobre el FTR<sup>14</sup> del colectivo aumentando el torque hasta el 83% y con la actuación sobre el FTR del cíclico. El ángulo de asiento disminuyó de +5° a -2,5°. El máximo régimen de ascenso alcanzado fue de 1.700 ft/minuto y el helicóptero ganó altura y velocidad manteniendo el mismo rumbo.

A 750 ft, el comandante inició una serie de 6 actuaciones sobre el FTR del colectivo (disminuyó el torque hasta el 40%) y sobre el FTR del cíclico. Con ellas detuvo el ascenso y consiguió realizar una transición muy suave hacia la fase de descenso. El punto más alto de la trayectoria fue de 950 ft y se alcanzó a las 20:14:59 h, con una velocidad GS de 90 kt. Desde el punto de máxima altura hasta los 780 ft, el

<sup>14</sup> La posición del colectivo y el cíclico se puede modificar de dos maneras. Una de ellas es mediante la actuación con el FTR (Force Trim Release o interruptor de trimado) y la otra por transparencia. La actuación con el FTR consiste en el desplazamiento, mientras se mantiene presionado un gatillo o un botón, del mando hasta una nueva posición que se desea mantener. Es una acción deliberada. La actuación por transparencia no implica el establecimiento de una nueva posición del mando, sino un desplazamiento temporal, después del cual se recupera la posición previa.

helicóptero descendió con una velocidad vertical de  $-500$  ft/minuto y aumentó su velocidad.

A las 20:15:20 h, el helicóptero se encontraba a 780 ft en descenso y se registró una nueva actuación sobre los FTR de los mandos cíclico y colectivo que disminuyó el torque hasta un 36% y el ángulo de asiento se situó en  $-1,5^\circ$ . Esto produjo un aumento en el régimen de descenso hasta los  $-1.000$  ft/minuto y un aumento de la velocidad respecto al suelo. A las 20:15:36 h y a 570 ft, el comandante volvió a actuar sobre el FTR del colectivo para disminuir el torque.

A las 20:15:48 h el helicóptero estaba a 320 ft y se registró una nueva actuación sobre el FTR del cíclico. El ángulo de asiento alcanzó  $-2,5^\circ$  y el torque disminuyó hasta un 30%. Como consecuencia el helicóptero siguió ganando velocidad y aumentó su régimen de descenso que llegó hasta los  $-1.600$  ft/minuto.

A las 20:15:56 h el helicóptero se encontraba a 150 ft. El registrador de datos de vuelo (FDR) registró la activación del aviso visual de precaución (MCL) asociado al aviso de posición del tren de aterrizaje y en cabina se iniciaron los avisos acústicos de LANDING GEAR y, una vez finalizado éste, el de ONE FIFTY FEET. Estos dos avisos acústicos duraron 6 segundos, acabando medio segundo antes del impacto. Durante el tiempo en que sonaron los avisos, la tripulación mantenía comunicación con ATC sobre el repostaje a su llegada. No se registró en cabina ningún comentario a los avisos de tren y de 150 ft.

A las 20:15:58 h, con la aeronave a 100 ft, el comandante desactivó el aviso visual de precaución y realizó las últimas actuaciones sobre los mandos de cíclico y colectivo. El mando del cíclico fue desplazado ligeramente hacia atrás sin utilizar el FTR y el mando de colectivo ligeramente hacia arriba utilizando el FTR. Estas actuaciones, que se mantuvieron hasta el momento del impacto, redujeron la velocidad vertical y aumentaron el ángulo de asiento.

A las 20:16:02 h se produjo el impacto del helicóptero con la superficie del mar. Los últimos valores registrados indicaban un rumbo de  $81^\circ$ , 110 kt de velocidad GS,  $-250$  ft/minuto de régimen de descenso, con  $3,5^\circ$  de ángulo de asiento positivo y  $1^\circ$  de alabeo a la derecha.

En el momento del accidente las alturas de decisión DH seleccionadas eran de 40 ft para el comandante y 70 ft para el copiloto.

## 1.2. Lesiones de personas

La tripulación estaba formada por cuatro personas de las cuales sólo el operador de grúa sobrevivió al accidente. Piloto, copiloto y rescatador fallecieron en el impacto.

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos	3		3	
Graves	1		1	
Leves				No aplicable
llesos				No aplicable
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	

Tabla 1. Lesiones a personas

### 1.3. Daños a la aeronave

El helicóptero quedó destruido como consecuencia del impacto contra la superficie del mar. Tras la entrada en el agua, se hundió y quedó situado sobre el fondo, a 91 m de profundidad.

Se encontraba en posición invertida y ligeramente inclinado hacia el lado derecho<sup>15</sup>. Estaba apoyado sobre el rotor principal, sobre la zona de fractura del cono de cola y sobre una de las palas del rotor de cola. El morro y el fuselaje central (que comprende la cabina de pilotos y de pasaje) habían desaparecido y se encontraba hecho un «amasijo» al lado del helicóptero. Los motores y rotores permanecían en su posición y no se habían desprendido. El capó del motor izquierdo estaba abierto. El cono de cola permanecía en su posición y presentaba una fractura a partir de la cual cambiaba de dirección aproximadamente 120° hacia la izquierda. El rotor principal estaba unido a la estructura y las palas presentaban desgarros y roturas. El rotor de cola mantenía sus palas prácticamente intactas. El estabilizador horizontal izquierdo presentaba una



Figura 4. Estado del helicóptero tras el impacto. Imágenes tomadas antes de su recuperación

<sup>15</sup> Las referencias a partes de la estructura se describen situándose en la parte trasera del helicóptero y mirando hacia delante, con el helicóptero en posición normal.

fractura, el tren de aterrizaje estaba retraído, la radiobaliza de emergencia se había eyectado y el sistema de flotación no había saltado.

#### 1.4. Otros daños

No aplicable.

#### 1.5. Información personal

##### 1.5.1. Información sobre el comandante

###### Experiencia del comandante

El comandante, de 38 años de edad, había nacido en Almería. Contaba con una licencia de piloto comercial de helicóptero según JAR-FCL, habilitaciones de AW139, de SA365/365N y de vuelo instrumental y su certificado médico estaba en vigor en el momento del accidente. Había entrado a trabajar en INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE con 3.600 horas de vuelo el 7 de julio de 2007. Procedía del ejército, donde había sido piloto militar de helicóptero. Durante los 2 años y medio que llevaba en la compañía sólo había realizado actividades SAR y desde el 31 de mayo de 2009 estaba asignado a la base de Almería.

Su experiencia total era de unas de 4.000 h, de las cuales:

- 2.163 h en Sikorsky S-76C (950 horas como instructor). Bimotor de turbina.
- 1.015 h en EC-120B (150 horas como instructor). Monomotor de turbina.
- 499 h en H-300C (200 horas como instructor). Monomotor de pistón.
- 335 h en AW139, de las cuales 5 horas bajo supervisión. Bimotor de turbina.
- 9 h en SA365/365N. Bimotor de turbina.

De las 4.000 h de vuelo, la mayoría habían sido en visual diurno. En visual nocturno tenía 155 h y en IFR había volado 1.162 h. En SAR nocturno acumulaba 91 horas de experiencia.

En el último año había volado 117 h. En los últimos tres meses 25 h y en el último mes 2:40 h, realizadas en un vuelo el día 13 de enero de 2010 con la misma tripulación del accidente. Los tiempos de actividad cumplían con los requisitos de la Circular Operativa 16B<sup>16</sup> de la DGAC.

En los últimos 6 meses había realizado 11 vuelos de entrenamiento: 5 nocturnos y 6 diurnos.

---

<sup>16</sup> La Circular 16B de la DGAC sobre limitaciones de tiempo de vuelo, máximos de actividad aérea y periodos mínimos de descanso para las tripulaciones constituye la reglamentación aplicable en la materia en España para operaciones que no sean de transporte aéreo comercial de aviones.

No hay constancia de accidentes previos ni informes desfavorables sobre su entrenamiento y actividad en vuelo.

### **Formación del comandante**

Entre julio y septiembre de 2007<sup>17</sup> realizó el curso de habilitación de tipo para un solo piloto<sup>18</sup> de AW139 y de vuelo instrumental en la escuela de formación de AgustaWestland en Italia. Recibió el entrenamiento teórico en el que obtuvo una nota de un 86,7% sobre un punto de corte del 75%, un entrenamiento en simulador de 14 horas en VFR (reglas de vuelo visual) y 6 horas en IFR (reglas de vuelo instrumental), un vuelo de entrenamiento de 3 horas y media y una prueba de pericia en vuelo de algo menos de dos horas. Todas estas pruebas eran parte del curso de habilitación de tipo.

Entre octubre y noviembre de 2007<sup>19</sup> recibió el curso SAR como comandante, impartido por el operador.

En diciembre de 2008 realizó el curso para la habilitación de tipo del SA365.

Los días 30 y 31 de agosto de 2009 había realizado en el simulador de AgustaWestland en Italia la prueba de verificación de competencia del operador y la revalidación de la habilitación de tipo para el AW139 y de vuelo instrumental. En el libro de vuelo del comandante aparecían al lado de estas verificaciones, la anotación del curso de MCC (multicrew cooperation).

### **Perfil del comandante**

Había sido piloto militar desempeñando tareas de instructor en la Base de Armilla. Sus compañeros le consideraban un profesional metódico, riguroso con los procedimientos y con las normas de seguridad de vuelo. Era apreciado como uno de los mejores pilotos que habían pasado por la base. No era autoritario en su relación con los alumnos y tenía capacidad para delegar. Su situación en el Ejército era de comandante en excedencia.

---

<sup>17</sup> 2 al 13 de julio de 2007: AW139 Type rating ground course (curso teórico).  
27 de septiembre de 2007: AW139 VFR/IFR type rating.

<sup>18</sup> El AW139 es un helicóptero certificado para un solo piloto, aunque el manual de vuelo requiere dos pilotos, como tripulación mínima, para actividades SAR. El curso de habilitación para helicópteros multi-piloto incluye requerimientos especiales para un entorno multi-piloto. En concreto se especifica que deben evaluarse aspectos como la gestión de la tripulación, la supervisión adecuada para mantener vigilancia sobre la operación del helicóptero, el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones.

<sup>19</sup> 9 a 11 de octubre de 2007: parte teórica del curso SAR en la base de La Coruña.  
29 de octubre al 18 de noviembre de 2007: parte práctica del curso SAR en la base de Valencia.

Los compañeros que le conocieron en su trabajo en INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE le definían como una persona algo introvertida pero que se relacionaba bien y que valoraba mucho su relación familiar. Profesionalmente le percibían como un piloto a quien le gustaba seguir los procedimientos y riguroso en los briefings, que eran largos y detallados. Su familia vivía en Granada pero tenían una casa de verano en Retamar, cerca de Almería, que utilizaba cuando trabajaba. La noche anterior al accidente había dormido allí y según informó a su mujer por teléfono, había dormido muy bien y estaba descansado.

### **1.5.2. Información sobre el copiloto**

#### **Experiencia del copiloto**

El copiloto, de 43 años de edad, había nacido en Nueva Zelanda y había vivido en Inglaterra. Su lengua materna era el inglés. Contaba con una licencia de piloto comercial de helicóptero según JAR-FCL, habilitación de AW139 y vuelo instrumental y certificado médico en vigor en el momento del accidente. Llevaba trabajando para la compañía 1 año.

Su experiencia total era de unas 1.200 h, de las cuales:

- 824 h en R22 (591 como instructor). Monomotor de pistón.
- 243 h en R44 (115 como instructor). Monomotor de pistón.
- 100 h en AW139. Bimotor de turbina.
- 31 h en AS355. Bimotor de turbina.
- 9 h en B206. Monomotor de turbina.
- 5 h en B222. Bimotor de turbina.
- 1:50 h en Eurocopter AS350. Bimotor de turbina.

De las 1.200 h, la mayoría habían sido en visual diurno. En visual nocturno tenía 44 h y en IFR tenía 47 h de experiencia. En SAR nocturno acumulaba 35 h de experiencia.

En el último año había volado 104 h. En los últimos tres meses 23 h y en el último mes 9 h. El día 16 de enero había tenido dos vuelos y el día 13 de enero había volado con la misma tripulación del accidente. Los tiempos de actividad cumplían con los requisitos de la Circular Operativa 16B de la DGAC.

En los últimos 6 meses había realizado 11 vuelos de entrenamiento: 9 nocturnos y 2 diurnos.

No hay constancia de accidentes previos ni informes desfavorables sobre su entrenamiento y actividad en vuelo.

### Formación del copiloto

En enero de 2009<sup>20</sup> realizó el curso teórico de habilitación de tipo de AW139 y de vuelo instrumental en la escuela de formación de AgustaWestland en Italia. Recibió sólo el entrenamiento teórico en el que obtuvo una nota de un 91,7% sobre un punto de corte de 75%. El resto de pruebas (entrenamiento en simulador, vuelo de entrenamiento y prueba de pericia) para la obtención de la habilitación de tipo en AW139 no se realizaron en AgustaWestland, a diferencia del comandante. De estas tres pruebas, el vuelo de entrenamiento y la prueba de pericia se realizaron cuatro meses más tarde, en mayo de 2009<sup>21</sup> en la base de Bilbao y fue impartida por la compañía. El entrenamiento en simulador no se realizó<sup>22</sup>. Desde enero hasta mayo no realizó ningún vuelo.

En junio de 2009<sup>23</sup> recibió la parte teórica del curso SAR y en agosto de 2009<sup>24</sup> realizó la parte práctica del curso SAR como segundo piloto en Santander.

No había recibido el curso de MCC (multicrew cooperation).

### Perfil del copiloto

Antes de ser contratado por INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE en enero de 2009 había tenido diversas responsabilidades en pequeñas empresas de helicópteros y de trabajos en altura. Había sido instructor y había realizado vuelos de fotografía y montaña. Había desarrollado trabajos relacionados con la implementación de sistemas y logística en seguridad de trabajos en altura. Había sido profesor de inglés, responsable de marketing y coordinador de equipo de ventas, siendo nombrado «mejor vendedor en el año 1988». Había trabajado cerca de 3 años como administrativo en un banco. Había obtenido su licencia de piloto comercial de helicópteros en mayo de 2006.

Los pilotos que habían volado con él lo consideraban receptivo, participativo, constructivo y con ganas de aprender. Uno de sus instructores lo describía como alguien que tenía unas ideas y las planteaba y si no entendía preguntaba. En el ámbito personal le consideraban amigable y se relacionaba bien con sus compañeros.

A juicio de varios compañeros hablaba bien el castellano y tenía un nivel suficiente para comunicarse, aunque en el vuelo el idioma era un punto débil porque representaba un cierto condicionante. Según comentarios recogidos durante la investigación había propuesto en la base de Almería que las comunicaciones de la operación de vuelo se hicieran en inglés lo que le supuso fricciones con algunos comandantes.

---

<sup>20</sup> 12 al 23 de enero de 2009: AW139 type rating ground course.

<sup>21</sup> 29 abril al 4 de mayo de 2009.

<sup>22</sup> INAER tenía un acuerdo de colaboración con AGUSTA para realizar el curso de habilitación de tipo por lo que el tipo y forma en que se impartió el curso al copiloto está permitida por la JAR-FCL. La normativa JAR-FCL obliga a realizar un entrenamiento en helicóptero incluso aunque se disponga de un simulador.

<sup>23</sup> 9 al 12 de junio de 2009.

<sup>24</sup> 17 al 24 de agosto de 2009.

Según su mujer, respecto al vuelo del accidente, estaba muy contento por realizar el vuelo con ese comandante porque era de los que se preocupaban por el aprendizaje de los copilotos y dejaba «volar».

### 1.5.3. Actividad de la tripulación de vuelo en el mes de enero

La programación de la tripulación para el mes de enero se muestra en la tabla 2. El comandante llevaba 14 días de servicio sólo interrumpido por un día libre. El copiloto llevaba 14 días de servicio ininterrumpidos. Los días marcados en azul son días libres, los rojos son días de trabajo y los días amarillos son días de viaje. Estos días de viaje se conceden a las tripulaciones «itinerantes», es decir, que no están destinadas a una base, y el objetivo es que se posicionen en la misma. Es un día de traslado hacia la base y está remunerado. Tanto el comandante como el copiloto estaban como «itinerantes», aunque los dos llevaban prácticamente medio año destinados en Almería.

Comandante							Copiloto						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3					1	2	3
4	5	6	7 viaje	8	9	10	4	5	6	7 viaje	8	9	10
11	12	13 entren	14	15	16	17	11	12	13 entren	14	15	16	17
18	19	20	21 accid				18	19	20	21 accid			

Tabla 2. Programación de la tripulación de vuelo para el mes de enero de 2010

### 1.5.4. Vuelos conjuntos piloto-copiloto

Piloto y copiloto habían realizado 6 vuelos anteriormente como tripulación. El último vuelo antes del accidente había sido el 13 de enero de 2010, en el que realizaron un vuelo de entrenamiento diurno de 2:40 h. El primer vuelo conjunto había sido el 25 de agosto de 2009.

### 1.5.5. Información sobre el operador de grúa

El operador de grúa<sup>25</sup>, de 49 años de edad, llevaba trabajando para la compañía 17 años y acumulaba 1.830 h de vuelo. Su experiencia SAR era de 1.800 h y 50 en AW139. Había

<sup>25</sup> Todos los operadores de grúa son rescatadores.

recibido el curso SAR en julio de 2007. En los últimos 6 meses había realizado 9 vuelos de entrenamiento: 4 diurnos y 5 nocturnos.

### 1.5.6. *Información sobre el rescatador*

El rescatador, de 33 años de edad, llevaba trabajando para la compañía 3 años y acumulaba 290 h de vuelo. Su experiencia SAR era de 290 h y 94 en AW139. Había recibido el curso SAR en septiembre de 2007. En los últimos 6 meses había realizado 14 vuelos de entrenamiento: 7 diurnos y 7 nocturnos.

## 1.6. Información de aeronave

### 1.6.1. *Información general*

El helicóptero AgustaWestland AW139 es un helicóptero de transporte bimotor, con un rotor principal de 5 palas, un rotor de cola de 4 palas y tren retráctil. Tiene un certificado de tipo emitido por EASA (European Aviation Safety Agency). Aunque el helicóptero está certificado para un solo piloto, el manual de vuelo en la sección 1, Limitaciones, del suplemento 69<sup>26</sup> establece que la tripulación mínima para operaciones SAR es de dos pilotos.

El helicóptero EC-KYR tenía número de serie 31.228 y fue entregado tras su fabricación a su propietario SASEMAR. El certificado de aeronavegabilidad fue expedido el 22 de mayo de 2009 y el 25 de junio de 2009 fue matriculado en España (desde marzo de 2009 había tenido un certificado de matrícula provisional). En el momento del accidente acumulaba 384:35 horas y había sido operado por INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE desde su fabricación.

El helicóptero estaba motorizado con dos motores Pratt & Whitney modelo PT6C-67C. El motor número 1, número de serie PCE-KB0469, fue fabricado el 25/09/2008. El motor número 2, número de serie PCE-KB0467 fue fabricado el 15/09/2008. Ambos fueron instalados desde nuevos en el helicóptero y contaban con 384:35 h totales de vuelo cada uno, las mismas que el helicóptero.

Contaba con un seguro válido y en vigor en el momento del accidente y era parte de la flota de aeronaves autorizadas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) para realizar operaciones de emergencia, dentro de la operación de INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE.

Según el libro de la aeronave inició su operación a finales de mayo de 2009 y había estado operando principalmente en la base de Almería.

---

<sup>26</sup> Suplemento 69 del Manual de Vuelo: *4 axis enhanced FD with SAR MODES (phase 5)*.

El último vuelo de la aeronave antes del accidente había sido el día anterior, el jueves 20 de enero. Había consistido en un vuelo diurno local Almería-Almería de dos horas de duración después del cual había repostado 1.000 litros de combustible.

### 1.6.2. Configuración del helicóptero EC-KYR: FD, AP y modos SAR

El helicóptero estaba configurado para realizar actividades SAR. Tenía instalado un director de vuelo en los cuatro ejes (4 Axis enhanced Flight Director), acoplado normalmente al autopiloto (Autopilot AP). El FD proporciona referencias de guiado y el AP las ejecuta a través de los actuadores, siempre que el FD esté acoplado al AP. El FD puede estar acoplado o desacoplado al AP. Cuando el FD está desacoplado del AP se dice que el vuelo se hace en «manual». Cuando el FD está acoplado, el AP proporciona un control automático del vuelo sobre los tres ejes del helicóptero y además sobre el mando del colectivo. Los modos del FD que incluyen control sobre el colectivo tienen asociados una función de seguridad denominada Fly-up, que se explica en el apartado 1.6.4.

La versión del FD instalada en el EC-KYR era la más completa e incluía el sistema de modos SAR, que son funciones específicamente desarrolladas para la actividad de búsqueda y salvamento. Los modos SAR permiten que el helicóptero haga automáticamente descensos (TD, «transition down»), descensos hasta estacionario (TDH, «transition down to hover»), tráficos hasta estacionario con un punto de referencia (MOT mark on target), ascensos desde estacionario (TU, «transition up») y ciertos movimientos del operador de grúa (WTR, «winchman trim»).

Cuando se trabaja con alguno de los modos SAR MOT o TDH, los avisos asociados al tren de aterrizaje (aviso acústico y visual de LANDING GEAR) se inhiben para no interferir en la operación.

### 1.6.3. Registros de mantenimiento

La aeronave había sido mantenida de acuerdo con su programa de mantenimiento aprobado. Las últimas revisiones de 25 y 50 horas habían sido los días 7 de enero de 2010 y 15 de diciembre de 2009 respectivamente.

La aeronave tenía 6 discrepancias abiertas en el momento del accidente descritas a continuación. El operador no tenía desarrollada una lista de equipo mínimo (MEL) adaptada a los requerimientos de operación SAR<sup>27</sup> y utilizaba la lista maestra de equipo mínimo del fabricante (MMEL)<sup>28</sup>. En relación con la MMEL, aunque no es de obligado cumplimiento:

---

<sup>27</sup> El RD1762/2007 establecía la obligatoriedad de tener desarrollada una MEL para las aeronaves civiles dedicadas al transporte aéreo comercial y a los trabajos aéreos desarrollados en España. Con posterioridad, el 24 de septiembre de 2009, la directora de AESA, emitió una carta que permitía la posibilidad de que las aeronaves de trabajos aéreos operaran sin MEL.

<sup>28</sup> La MMEL afecta al equipamiento relacionado con la aeronavegabilidad y los requerimientos operacionales. La equipación adicional u opcional no está afectada por la MMEL.

- Tres de las discrepancias afectaban a equipos adicionales y, por lo tanto, no estaban afectadas por la MMEL.
- Con fecha del 20 de noviembre de 2009, se registró la inoperatividad del aviso acústico CHECK HEIGHT asociado a la altura de decisión DH. Este aviso está asociado a una versión del software, por lo que no estaba afectado por la MMEL. Sin embargo, de acuerdo con la información proporcionada por el fabricante, para que no funcione el aviso de la DH debe darse la condición de que los dos radio-altímetros estén inoperativos.
- Con fecha del 25 de noviembre de 2009, se registró el parpadeo en intensidad de brillo de la pantalla MFD del copiloto. La MMEL no permitía el vuelo nocturno con una pantalla del copiloto inoperativa. Si bien en el registro de mantenimiento se utiliza la palabra «parpadeo», la realidad es que en todos los vuelos, tanto el del accidente, como los anteriores registrados por el FDR, la pantalla MFD se apagaba y se ponía la PFD en modo «composite». Es decir, se operaba como si la pantalla MFD estuviese inoperativa. Asumiendo que el parpadeo se produjo durante el vuelo, una vez se inhabilita y se apaga en vuelo, el manual de vuelo<sup>29</sup> requiere que el copiloto pase el control al comandante.
- Con fecha del 4 de diciembre se había anotado que el disyuntor («breaker») de las luces de cabina saltaba en vuelo. La MMEL permitía el vuelo nocturno siempre que se resolviera esta discrepancia en el plazo de 10 días, es decir, antes del 14 de diciembre de 2009.

### 1.6.4. *Sistemas y protecciones del helicóptero relacionados con la altura*

La configuración del helicóptero EC-KYR contaba con los siguientes avisos y sistemas de protección para vuelos a baja altura (figura 5).

- Asociados a la altura de decisión DH («decision height») existían los siguientes avisos:
  - Un aviso visual en forma de rectángulo negro que aparece en el horizonte artificial cuando el helicóptero, en descenso, está a DH+100 ft.
  - Si el helicóptero sigue descendiendo y alcanza una altitud igual a la DH o inferior, en el rectángulo anterior aparecerán las letras MIN.
  - Un aviso acústico CHECK HEIGHT cuando el helicóptero, en descenso, está a la altura DH o inferior. Este aviso se activa con la DH del piloto a los mandos. Este aviso es el que constaba como inoperativo desde el 20 de noviembre de 2009 pero que en el vuelo del accidente funcionó.

La DH es un valor de altura que selecciona cada uno de los pilotos y se presenta en una de las pantallas de vuelo (PFD). La selección se hace mediante una rueda del panel de instrumentos, a la izquierda de la pantalla.

---

<sup>29</sup> Display unit malfunctions, página 3-318.

- Asociados a la altura de 150 ft:
  - Un aviso acústico de LANDING GEAR, precedido por un doble aviso acústico, que se activa cuando el tren de aterrizaje no se ha desplegado y el helicóptero se encuentra descendiendo a 150 ft. Para el AW139, el aviso a esta altura permite la extensión del tren antes de la toma en condiciones de velocidad y regímenes de descenso normales (entre 400 y 600 ft/minuto).
  - Un aviso visual con las palabras LANDING GEAR en la pantalla de vuelo MFD.
  - El aviso maestro de precaución (master caution light o MCL), que es una luz amarilla encima de las pantallas de vuelo.
  - Un aviso acústico de ONE FIFTY FEET<sup>30</sup>, que se activa cuando el helicóptero está a 150 ft de altura. En el caso de que el tren esté extendido este aviso suena igualmente proporcionando una alerta adicional a la tripulación sobre la proximidad al terreno. El aviso de LANDING GEAR tiene prioridad respecto al de ONE FIFTY FEET.

Todos estos avisos funcionaron en el vuelo del accidente.

- Asociados a los modos del FD que controlan el colectivo («collective safety function fly-up»):
  - Durante un descenso el helicóptero asciende automáticamente hasta una altitud mínima cuando se traspasa una altura de seguridad. Esta función está activa cuando se tiene acoplado un modo del FD que incluya control sobre el colectivo y, en función del modo del FD, las alturas mínimas varían.
  - Un aviso acústico de ALTITUDE ALTITUDE cuando se traspasa la altura mínima.
  - Un aviso visual en forma de rectángulo amarillo con las letras HTLM en negro en el horizonte artificial, cuando se traspasa la altura mínima.

Ninguna de estas funciones y avisos funcionaron en el momento del accidente debido a que no estaba acoplado ningún modo del FD del colectivo.

#### 1.6.5. *Presentación de avisos e información relacionada con la altura*

La presentación de la información para los pilotos se realiza en dos pantallas para cada uno (figura 5), denominadas PFD («primary flight display») y MFD («multifunction display»). La PFD incluye toda la información de vuelo y navegación (altitud, velocidad, horizonte, modos del FD...) y la MFD incluye toda la información sobre el estado de la aeronave (avisos de peligro y precaución, estado de los sistemas...) y puede presentar, si lo selecciona la tripulación, información de navegación.

---

<sup>30</sup> El aviso acústico ONE FIFTY FEET puede ser inhibido por la tripulación mediante el interruptor AWG que existe en el pedestal. Esta actuación no está incluida en los procedimientos.

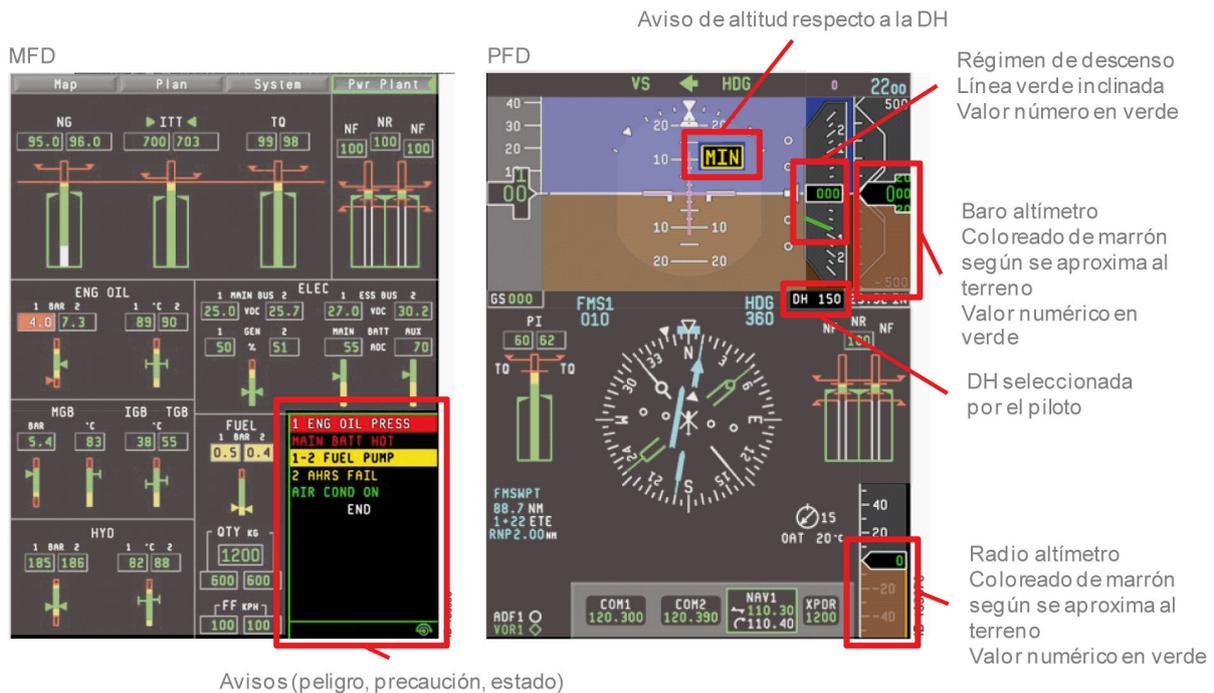


Figura 5. Presentación de avisos e información relacionada con la altura

**PFD:** Las indicaciones de altura son dos barras verticales que incluyen una representación del terreno tanto en el baro-altímetro como en el radio-altímetro y que, progresivamente, en función de la altura y según el helicóptero se acerca al terreno, va coloreándose de marrón. En el centro de la barra se presenta el valor de la altura en dígitos verdes. El indicador de régimen de descenso es una aguja verde en una barra vertical, situada entre el horizonte y la altitud barométrica. Los avisos visuales relacionados con la DH y la función fly-up aparecen en la mitad superior del horizonte artificial.

**MFD:** Los avisos visuales de peligro o precaución, como por ejemplo el aviso visual de LANDING GEAR, aparecen en la parte inferior derecha de la pantalla.

### 1.7. Información meteorológica

Se obtuvo información de las condiciones meteorológicas durante todo el vuelo y en el impacto de las siguientes fuentes:

- De AENA, a través de los informes METAR de los aeropuertos de Almería y Málaga.
- De AEMET, a través de los mapas de imagen infrarroja por satélite, mapa de nubosidad, mapas de análisis de superficie y los mapas de vientos y humedad en altura en la zona del impacto.

- Del CVR, a través del comentario realizado por el comandante a los 11 minutos después de la puesta del sol, y las referencias al viento durante los ejercicios.
- De la declaración del superviviente.

Esta información indica un vuelo realizado en una noche sin luz y sin fenómenos meteorológicos adversos. La luna, en cuarto creciente, y las estrellas no se veían. Los vientos eran flojos en superficie y en altura, la nubosidad era media-alta sin signos de convectividad que pudiesen ocasionar turbulencias y la humedad relativa era escasa.

## 1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

## 1.9. Comunicaciones

En el vuelo del accidente, la aeronave EC-KYR mantuvo comunicaciones radio con la torre de control de Almería, con la Salvamar Denévola, con la torre de Salvamento de Almería y con el rescatador durante el último ejercicio.

En el trayecto de regreso a Almería tras la finalización del último ejercicio, la aeronave mantuvo comunicaciones con la Salvamar Denévola y con la torre de control de Almería. Las realizó el copiloto y le supusieron un total de 7 comunicaciones, las dos primeras con la Salvamar Denévola y las 5 últimas con la torre de control:

1. Entre las 20:14:05 y las 20:14:19 h (14 segundos), con la aeronave iniciando el despegue desde estacionario (a 200 ft de altitud y menos de 50 kt de GS) se produjo la primera comunicación con la Salvamar, para despedirse de ella.
2. Entre las 20:14:29 y las 20:15:14 h (45 segundos), con la torre de control de Almería pidiendo y colacionando instrucciones para aterrizar en Almería.
3. Entre las 20:15:19 y las 20:15:28 h (9 segundos), con la torre de control de Almería que les preguntó si querían las luces de aterrizaje o era suficiente con las de rodadura.
4. Entre las 20:15:51 y las 20:16:02 h (11 segundos hasta el impacto), con la torre de control de Almería que les preguntó si querían repostar a su llegada.

La figura 6 muestra el tiempo dedicado a las comunicaciones durante el trayecto de regreso. En verde se reflejan las comunicaciones con la Salvamar y en gris las comunicaciones con ATC. Las trazas continuas son las comunicaciones del copiloto y las discontinuas las comunicaciones de la Salvamar y del controlador hacia la aeronave.

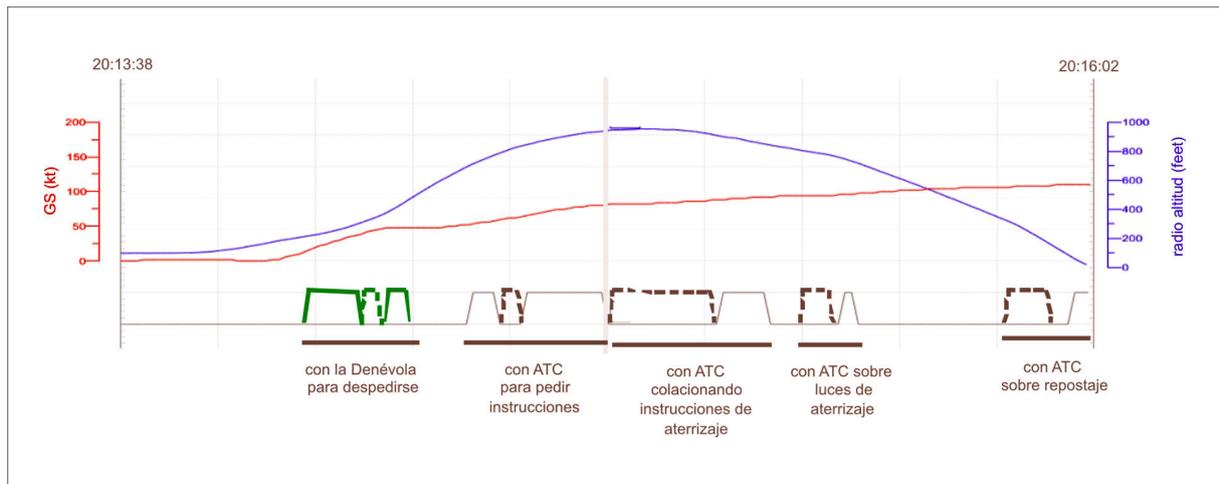


Figura 6. Tiempo ocupado en comunicaciones durante el trayecto de regreso a Almería

### 1.10. Información de aeródromo

Tras la finalización del ejercicio, la aeronave EC-KYR había recibido instrucciones de la torre de control para aterrizar en la pista 08 del aeropuerto de Almería. La trayectoria esperada debería haber sido una de las dos que se muestran en la figura 7, en la que tras un ascenso hasta una altura de seguridad, se debería haber iniciado un viraje para orientarse hacia la pista. Realizarlo hacia la izquierda o hacia la derecha dependería del tiempo necesario para configurar el helicóptero para el aterrizaje. Un viraje hacia la derecha permitiría más tiempo.

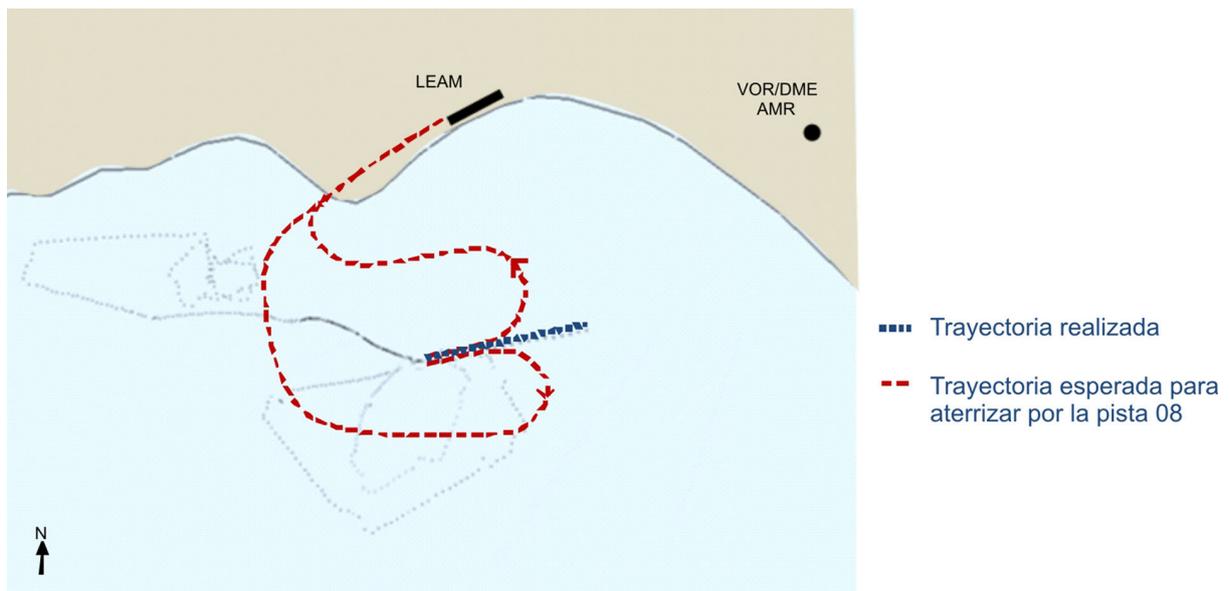


Figura 7. Trayectoria esperada de regreso a Almería

## 1.11. Registradores de vuelo

El helicóptero estaba equipado con un registrador combinado del fabricante Penny&Giles P/N D51 615-102 que grababa parámetros de vuelo y voces en cabina. La recuperación del mismo se produjo el día 1 de febrero de 2010 a las 22:00 h aproximadamente, después de haber permanecido sumergido durante 11 días a 91 m de profundidad.

Una vez se pudo desinstalar del helicóptero, se preservó sumergido en agua dulce y se trasladó a las instalaciones del organismo de investigación de accidentes de aviación del Reino Unido AAIB (Air Accident Investigation Branch) donde se realizó su apertura. A pesar de que externamente no presentaba daños por impacto y las conexiones eléctricas estaban intactas, la presión por la profundidad a la que había estado sometido había afectado a la memoria y se tuvo que someter a un proceso de lavado y secado.

Los parámetros de vuelo se descargaron y validaron satisfactoriamente. La duración nominal del registrador de datos era de 25 horas y en este caso se obtuvieron 25 horas 16 minutos y 51 segundos de grabación.

Los canales del registrador de voces en cabina no pudieron ser descargados correctamente en las instalaciones del AAIB por lo que se llevaron al fabricante para su tratamiento. Finalmente se descargaron todos los canales del CVR, que permitieron conocer las comunicaciones durante las 2 últimas horas de vuelo, y en concreto en el momento del accidente.

### 1.11.1. *Primer ejercicio*

Durante el trayecto de desplazamiento desde Almería el comandante realizó un recordatorio de los ejercicios a realizar. El ambiente era bueno, respetuoso y cordial. El lenguaje utilizado por el comandante era formal pero cercano. Las comunicaciones del copiloto eran de respeto pero más formales que las del comandante.

La aproximación al primer barco fue realizada por los dos pilotos en manual: el comandante fue el piloto a los mandos hasta los 200 ft y el copiloto desde los 200 ft hasta el final de la maniobra.

La maniobra de aproximación descrita fue un rectángulo (figura 1). Se marcó la vertical del barco a 500 ft con una velocidad de 120 kt. De las 21 tareas de la lista SAR APPROACH que llevaba a bordo la tripulación, enumeradas del 1 al 21 (aunque en la lista no lo estaban), se comprobaron 12 en el siguiente orden: 1-9-3-2-5-20-4-10-19-16-3-17. A 3 NM se encontraban a 300 ft y 100 kt, a 2 NM seguían a 300 ft y 90 kt y a 1 NM estaban a 200 ft y 65 kt.

Los valores de DH se seleccionaron antes del despegue en 200 ft para el comandante y 0 para el copiloto. Durante media hora se mantuvieron así, hasta que se produjo el cambio de DH del comandante de 200 ft a 120 durante la aproximación, a petición del comandante, debido a que sonó en cabina el aviso acústico de CHECK HEIGHT asociado con la DH. En este momento, el comentario del comandante fue «corrígeme esta altura, por favor, me la pones a 125». El copiloto modificó no sólo la DH del comandante sino la suya, dejando ambos valores en 120 ft.

Durante toda la aproximación el copiloto estuvo realizando preguntas sobre navegación, modos y rumbos. El comandante explicaba cómo debía actuar con el operador de grúa cuando le pasase los mandos y contestaba a sus dudas. El comandante recordó al copiloto que no olvidase hacer la «SEA APPROACH» y más tarde preguntó si la había completado. Durante el descenso el comandante recordó que no se olvidasen de poner «lo del 102», que es uno de los puntos de la lista. Durante uno de los virajes el comandante advirtió que se había pasado 30° en el viraje.

El traspaso de mandos se realizó con las palabras «mandos tuyos». El comandante pasó a ser piloto no a los mandos y supervisó en todo momento las actuaciones del copiloto. En la ejecución de uno de los puntos de la lista el comandante, como piloto no a los mandos, pidió perdón porque casi se equivoca al poner la BUS TIE en vez de 102% de NR («perdón, estoy yo bueno, iba a poner la BUS TIE...»). Durante las operaciones de grúa, también el operador de grúa dio indicaciones de vuelo al copiloto. La posición del viento no era la adecuada, y el copiloto tuvo problemas para mantener la altitud y la posición respecto al barco durante el estacionario. Cuando el comandante decidió finalizar la maniobra, despegaron. Durante el despegue, el comandante siguió supervisando y dando indicaciones al copiloto: «no te pases, todavía no tienes tres verdes»<sup>31</sup>, «venga, ya, comienza a mover el helicóptero», «vamos para allá».

El despegue se realizó en manual y de los 18 puntos de la lista SAR DEPARTURE se comprobaron 3 en el siguiente orden: 2-3-6. En el ascenso hasta los 500 ft no se realizó la lista de CLIMB y la conversación durante todo el ascenso se centró en comentar la maniobra anterior y los problemas que había tenido el copiloto en ella.

### 1.11.2. *Repetición del primer ejercicio*

El piloto a los mandos siguió siendo el copiloto durante todo el ejercicio. Las alturas DH no se modificaron y continuaron siendo 120 ft para los dos pilotos. El tráfico SAR se inició a 500 ft sobre la vertical del barco a una velocidad de 100 kt. A 3 NM estaban a 300 ft y 80 kt y a 2 NM estaban a 200 ft y entre 50 y 60 kt. La maniobra descrita tuvo

---

<sup>31</sup> La expresión «tres verdes» se refiere a comprobar que el baro-altímetro, el radio-altímetro y la velocidad vertical marcan ascenso positivo.

una forma parecida a un rectángulo y de la lista de aproximación se comprobaron los puntos 1-10-16-19-2, por este orden. En el chequeo del baro-altímetro y el radio-altímetro (punto 2 de la lista de aproximación) el comandante utilizó la expresión «1023 porque así el radio-altímetro y el DH van más parejos». Antes de empezar los ejercicios de coordinación con el operador de grúa, el comandante preguntó al copiloto «¿quieres que te ponga DH o prefieres hacerlo manual?». Durante el descenso hasta el barco los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET sonaron una vez y durante los ejercicios sobre el barco, que se hicieron a 150 ft, volvieron a sonar 7 veces más cada uno.

Las coordinaciones en cabina con el operador de grúa se realizaron de acuerdo con las pautas definidas en el manual SAR y con una continua monitorización, seguimiento y cumplimiento de los call-outs definidos.

El despegue se realizó en manual, al igual que todo el ejercicio, y se chequearon los puntos 8-1-12 de la lista de SAR DEPARTURE utilizando términos como «voy buscando tres verdes». El comandante decidió la altitud de 500 ft y el rumbo para el trayecto de desplazamiento.

Durante todo el ejercicio sobre el barco, despegue y ascenso, el comandante siguió monitorizando y guiando al copiloto. No se realizó ningún punto de la lista CLIMB y se analizaron los problemas tenidos durante el ejercicio.

### 1.11.3. *Desplazamiento hacia la zona de ejercicios con la Salvamar*

El desplazamiento hacia la zona de ejercicios se realizó con el copiloto como piloto a los mandos. En el trayecto de desplazamiento el comandante reconoció un error que había cometido «ay, que me he pasado, estoy tonto perdido», aunque se desconoce a qué se refería. Durante este trayecto, el comandante realizó una comunicación con la torre de Almería informándoles de la nueva zona donde iban a realizar los ejercicios y las altitudes de trabajo. En esta comunicación informó que se dirigían hacia el punto W. Tras cortar la comunicación se dio cuenta de que era al revés, que se dirigían hacia el punto E. Además, el comandante repasó con el operador de grúa términos marítimos a utilizar con la Salvamar: «...por la amura de estribor le tiene que entrar el viento a la Salvamar ¿verdad que sí?, es para no meter la pata porque luego te pones a pensar en el momento, como no estoy acostumbrado a babor y estribor...». El comandante se aseguró de que el procedimiento a seguir en cuanto a la utilización de los focos cuando el rescatador estuviese en el agua era entendido por todos.

Durante todo el trayecto controló el tiempo e indicó al copiloto lo que tenía que hacer: virajes, altitudes y velocidades. En un momento de la espera, el comandante le dijo al copiloto «vamos a hacer una clase de básicos ¿eh?» a lo que el copiloto contestó «sí, es bueno, eh... me gusta también en manual, todo está bien».

### 1.11.4. Segundo ejercicio

La aproximación a la embarcación se realizó por el copiloto como piloto a los mandos. El circuito se inició a 500 ft, en el tramo de viento en cola. A 3 NM estaban a 300 ft y 70 kt, a 2 NM estaban a 200 ft y 60 kt y a 1 NM estaban 200 ft y 60 kt. Se chequearon los puntos 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10. La lista fue interrumpida por la comunicación de la Salvamar y el comandante continuó con la lista por el punto 11-12-13-14-20-15-16-18.

La altitud de decisión del comandante se cambió a 40 ft, mientras que la del copiloto se mantuvo a 120 kt. Los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET sonaron durante la aproximación.

El comandante corrigió rumbos, velocidades y alturas al copiloto durante todo el tráfico, anticipó el reparto de funciones para las operaciones de grúa recordando al copiloto que debía llevar las comunicaciones y notificó a la Salvamar un rumbo erróneo del que debían poner, identificando inmediatamente el error «es al revés, siempre me equivoco, le he dicho 060 y a mí me interesa que se vaya a 120». El comandante asumió el control de la aeronave para hacer las operaciones de grúa pero mantuvo las comunicaciones con la Salvamar y la torre en un primer momento. A pesar de ser piloto a los mandos, realizó acciones que debería haber solicitado al copiloto y que no fueron comunicadas «ya, ya lo he hecho, otra vez mejor te lo pido a ti, tienes razón». Los ejercicios de grúa se realizaron colacionando continuamente las instrucciones del operador de grúa y el copiloto monitorizó el combustible remanente y avisó al comandante de que tuviese cuidado con la potencia.

El ascenso desde estacionario se realizó con el modo Transition Up, anunciado por el comandante, y una vez el operador de grúa dio indicación de cabina libre y puerta cerrada y bloqueada, el copiloto se puso en contacto con la embarcación para indicarle el nuevo rumbo para el siguiente ejercicio. El comandante corrigió al copiloto en la comunicación con la Salvamar diciéndole que utilizara el término estacionario para los barcos. No se chequeó ningún punto de la lista de SAR DEPARTURE ni se realizó ninguna confirmación cruzada durante el ascenso.

### 1.11.5. Tercer ejercicio

El tercer ejercicio consistió en dos tráficos, uno para dejar al rescatador y otro para alejarse y buscarlo. El piloto a los mandos en el ejercicio fue el comandante.

El primer ejercicio describió una forma rectangular y el segundo una forma elíptica. El primer tráfico se realizó en manual a 300 ft y las distancias en la aproximación fueron: a 3 NM estaban a 300 ft y 80 kt, a 2 NM estaban a 200 ft y entre 60 y 70 kt y a 1 NM estaban a 125 ft y 60 kt. Sonaron los avisos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET.

Durante esta aproximación se modificó la altitud de decisión del copiloto de 120 a 70 ft y se mantuvo la del comandante en 40 ft. Se chequearon los puntos de la lista SAR APPROACH en el siguiente orden: 16-2-1-9-3-6-5-12-5-20-4-14-15, repitiendo dos veces el punto 5.

El comandante siguió dando indicaciones al copiloto sobre la necesidad de utilizar un modo concreto del radar, sobre rumbos, y realizó acciones propias del copiloto. Después de bajar al rescatador al agua y pedir a la Salvamar que apagasen sus focos, el comandante informó que se alejaban 5 NM, valor que modificó a 3 y 2 NM. El despegue desde el estacionario se realizó utilizando el modo Transition Up y fue interrumpido por la acción prematura del comandante sobre los mandos. El helicóptero empezó a decelerarse y el copiloto, que se dio cuenta de que estaba pasando algo le preguntó «¿qué está pasando?, ¿qué estamos haciendo ahora?». El comandante dio instrucciones de acoplar algunos modos del FD y explicó al copiloto que «me he despistado, se me ha ido la mano donde no era» a lo que el piloto reconoció que «no sabía qué estabas haciendo en este momento, estaba un poco...».

En el segundo tráfico, el comandante decidió que 2 NM era suficiente y que se volvían ya a recoger al rescatador. Estaban a 200 ft de altitud y 80 kt. Cuando intentaron ponerse en contacto radio con el rescatador no lo consiguieron por un problema en el equipo del rescatador y se produjo un momento de tensión en la cabina. El rescatador utilizó bengalas y finalmente fue localizado. El tráfico de vuelta para recoger al rescatador no siguió ninguno de los rumbos seleccionados por el copiloto ya que las maniobras fueron recortadas. Esto provocó que el copiloto estuviese durante más de 2 minutos perdido, sin saber en qué tramo del circuito estaban «es que el tráfico lo has hecho tú y no sé dónde has cambiado de...» «pero no estamos en cola al viento, estamos con el viento por la derecha». Se chequearon los puntos 19 y 21 de la lista SAR APPROACH. Durante el descenso sonaron los avisos de LANDING GEAR, ONE FIFTY FEET y LOW SPEED.

Los ejercicios de grúa se realizaron siguiendo las comprobaciones y colaciones establecidas hasta que consiguieron subir al rescatador a bordo. Las operaciones con el foco encendido duraron 10 minutos.

#### 1.11.6. *Último despegue: regreso a Almería*

El último despegue se inició con la comunicación del operador de grúa de «voy a cerrar puerta». El comandante se adelantó a la confirmación de puerta cerrada y bloqueo desacoplando el FD del piloto automático un segundo antes de que se produjera dicha confirmación. El despegue se realizó en manual. Se realizaron los puntos 1 y 8 de la lista SAR DEPARTURE. El tono de voz de comandante, que había sido enérgico durante todo el vuelo anterior, se volvió mucho más apagado, menos contundente y grave. El copiloto, tras intentar seguir las acciones de vuelo sin conseguirlo, por propia iniciativa propuso despedirse de la Salvamar inmediatamente y a partir de ese momento y hasta

el impacto se dedicó a las comunicaciones con la Salvamar, con la torre de control y a preparar la aproximación:

Operador de grúa: *Voy a cerrar puerta ¿OK?*  
Comandante: *De acuerdo*  
*Desacoplo HOVER Y RHT*  
Operador de grúa: *Puerta cerrada y trincada con cabin clear cuando quieras*  
Comandante: *Muy bien*  
Operador de grúa: *Apago foco de grúa*  
Comandante: *Voy tirándole de potencia para tres verdes*  
Copiloto: *Tienes el heading puesto*  
Comandante: *No tengo nada. Uno, dos, tres*  
Copiloto: *Voy a transmitir al Denévola ¿vale?*  
Comandante: *Que muchas gracias y nos vamos*

Cuando el copiloto terminó las comunicaciones con la embarcación, a las 20:14:21 h el comandante ajustó la velocidad del rotor del 102% al 100%, indicó al copiloto que llamase al aeropuerto y comunicó al copiloto que aterrizaría él: «hago yo la toma ¿vale? que hace un montón que no tomo». TWR Almería le dio la información para el aterrizaje, que fue colacionada por el copiloto y el comandante modificó la presión con el QNH, como se registró en el FDR.

Cuando acabaron las comunicaciones con las instrucciones para el aterrizaje, ATC volvió a llamarles «¿quieren las luces de la 08 o les vale con las de rodadura?». El comandante estaba pendiente de las comunicaciones y se adelantó a darle la respuesta que debía dar el copiloto. En este momento estaban en descenso a unos 750 ft y el comandante solicitó la lista de preaterrizaje:

Comandante: *Vale. Pues hacemos un pree*  
Copiloto: *Un prelanding ¿no?*  
Comandante: *Un prelanding sí, una pretoma por favor (voz cansada)*  
Copiloto: *OK (indica que ha cogido la lista)*  
*Approach briefing ¿qué tipo de aterrizaje? (primer punto de la lista)*  
Comandante: *¿perdón? (bostezo) tipo categoría bravo*  
Copiloto: *Bravo, vale*  
Comandante: *Treinta cincuenta*  
ATC: *Helimer 07 ¿van a querer repostar para ir avisando a combustibles?*  
Copiloto: *¿qué hora es?*  
Comandante: *Sí, sí, nos da lugar (empiezan los avisos acústicos del master caution, LANDING GEAR Y ONE FIFTY FEET), ocho y cuarto*  
Copiloto: *Afirma, queremos repostar Helimer 07 (impacto y se interrumpe la comunicación)*

En el comienzo de la última comunicación del comandante, el copiloto tendría en su pantalla el aviso asociado con su DH, un rectángulo negro (a 170 ft), que inmediatamente aparecería en la pantalla del comandante (a 140 ft). Debido al régimen de descenso y la prioridad en los avisos de tren y 150 ft antes de la DH, el aviso acústico asociado con la DH no llegó a sonar, ya que el de 150 ft finalizó medio segundo antes del impacto.

Los parámetros de los motores indican que estaban sincronizados hasta el final del vuelo. La reducción en el torque hasta un 30% en el momento del impacto se vio reflejada en el resto de parámetros del motor (temperatura, flujo de combustible y revoluciones) que mostraron comportamientos consistentes con el primero.

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

### **1.12.1. Localización y recuperación de los restos**

La búsqueda, localización y recuperación del helicóptero y la tripulación fue llevada a cabo por la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), perteneciente al Ministerio de Fomento.

Las tareas de localización comenzaron el mismo día del accidente y se realizaron a partir de la señal que emitía la baliza del registrador del helicóptero, los restos de combustible, las partes de la estructura que salieron a la superficie (balsas, cascos, puertas y chaleco del operador de grúa) y las últimas trazas radar. La radiobaliza de emergencia (ELT) del helicóptero no se activó, pero sí la baliza de la balsa izquierda y la baliza personal del rescatador. El helicóptero se encontraba en las coordenadas 36° 46.6145' N-002° 21.1665' W, aproximadamente 4,5 NM al sur del aeropuerto del Almería hundido a 91 m de profundidad (punto (10) en la figura 2).

La recuperación se realizó en dos fases:

- La primera fase se dedicó a la recuperación de los tres miembros de la tripulación fallecidos. Se realizó en el lugar en que se encontraba el helicóptero a 91 metros de profundidad tras confirmar que las tres víctimas se encontraban con el helicóptero. Se utilizó un robot submarino no tripulado (ROV) y buzos. La recuperación de la tripulación se produjo los días 24, 25 y 28 de enero de 2010.
- La segunda fase se dedicó a la recuperación del helicóptero. El día 30 de enero se realizó una grabación del estado y posición del helicóptero antes de iniciar los trabajos de recuperación. Los trenes principal derecho e izquierdo se utilizaron como puntos de sujeción para el izado del helicóptero, ya que aparentemente estaban intactos y eran accesibles. El día 31 de enero de 2010 se intentó su subida a la superficie desde el lugar en que quedó tras el impacto, y finalmente se decidió desplazarlo hasta una profundidad adecuada para que los buzos pudiesen trabajar sin limitaciones y pudiesen ayudar en las maniobras. El 1 de febrero de 2010, sumergido a 23 metros

de profundidad se intentó su izado a superficie. Durante la maniobra, los puntos de sujeción del tren principal fallaron. Se volvió a sumergir en el agua, y con la ayuda de los buzos se extendieron eslingas a través del rotor principal y de cola y de la estructura. El helicóptero se subió al buque Clara Campoamor de SASEMAR, se colocó en posición normal y se le aplicó agua dulce para prevenir corrosiones. Se extrajo el registrador y se sumergió en agua dulce. La madrugada del 1 al 2 de febrero, el helicóptero se depositó en un transporte y se trasladó a un hangar en el aeródromo de Ocaña.

### 1.12.2. *Inspección de la estructura*

El 23 de marzo de 2010, con apoyo del fabricante AgustaWestland, se realizó una inspección estructural completa de los restos del helicóptero en el aeródromo de Ocaña. En líneas generales se confirmó un fuerte impacto frontal a alta velocidad en una actitud nivelada del helicóptero. Las puertas habían sido expulsadas hacia fuera indicando una gran presión de agua entrando al helicóptero de adelante hacia atrás y de dentro hacia fuera. Los daños en el rotor principal eran coherentes con una parada repentina del rotor generando potencia. El fuselaje posterior y el cono de cola mostraban deformaciones por compresión hacia arriba y hacia la derecha producidas por cargas de inercia altas a consecuencia del impacto y el giro del rotor de cola.

Las conclusiones de esta inspección descartaron problemas previos al impacto relacionados con la estructura y eran coherentes con los datos del registrador y los resultados de la inspección de los motores.

#### Morro y cabina de vuelo

El morro, compartimento de aviónica, tren de morro, consola entre pilotos, tubo de torsión del colectivo, suelo y cableado eran un gran «amasijo» de restos. La estructura de la cabina de vuelo presentaba torsión transversal en el lado derecho. La consola, que se había desprendido, presentaba deformaciones importantes y daños por impacto en la parte derecha. El panel sobre-cabeza presentaba impactos en la parte frontal. La cúpula se había rasgado horizontalmente: el cristal izquierdo se mantenía intacto mientras que el derecho se había roto. El asiento del comandante mantenía su integridad a pesar de que mostraba deformaciones permanentes. Los controles de vuelo se encontraban unidos al asiento aunque rotos. El asiento del copiloto presentaba daños y deformaciones estructurales y los mandos de vuelo se habían desprendido del asiento.

#### Cabina de pasaje

La cabina de pasaje estaba muy dañada, sobre todo en la parte inferior que estaba separada de la estructura. El suelo de la cabina de pasaje había desaparecido

prácticamente hasta el tren principal de aterrizaje que se mantenía replegado. Los laterales derecho e izquierdo del fuselaje habían sido expulsados hacia fuera de la estructura, siendo el lado derecho el que mayores daños presentaba. La ventana de burbuja derecha se había desprendido mientras que la izquierda permanecía en su posición.

### **Rotor principal**

El pilón del rotor principal, a pesar del impacto, estaba conectado a la cubierta superior. Los motores estaban unidos a la estructura y a los ejes, y éstos a la caja de transmisión principal. Las uniones a los controles estaban dañadas pero unidas. Las palas del rotor principal estaban dañadas por el impacto y las puntas de pala aparecieron flotando. Los daños en la cabeza del rotor eran consistentes con una parada repentina del rotor en funcionamiento.

### **Fuselaje posterior**

El fuselaje posterior mostraba daños por compresión tanto longitudinal como vertical además de signos de torsión hacia la derecha.

### **Cono de cola**

El cono de cola presentaba daños por compresión y las deformaciones en los paneles eran consistentes con cargas hacia arriba y hacia la derecha. La parte final del cono de cola presentaba una fractura casi completa que durante las tareas de recuperación del helicóptero se completó. Las deformaciones en el eje de transmisión de potencia al rotor de cola eran coherentes con las del cono de cola.

### **Rotor de cola**

El rotor de cola estaba unido a la caja de transmisión y se mantenía prácticamente intacto.

### **Controles de vuelo**

El sistema de controles de vuelo presentaba numerosas fracturas por cargas estáticas sobre todo en la parte correspondiente al fuselaje delantero. La continuidad de los mandos en la cubierta superior se verificó visualmente tanto en los actuadores lineales, la unidad de mezcla y los actuadores del rotor principal. En el cono de cola, se pudo comprobar la continuidad en ciertas partes ya que otras resultaron dañadas durante la recuperación del helicóptero.

### **1.12.3. Inspección de los motores**

Los días 2 y 3 de marzo de 2010, con el apoyo del fabricante Pratt and Whitney, se llevó a cabo el desmontaje e inspección de los dos motores PT6C-67C con que iba equipado el helicóptero.

Ambos motores estaban intactos estructuralmente y no presentaban deformaciones. En el momento de la inspección presentaban inicios de corrosión debido al contacto con el agua del mar. El rotor principal se movía libremente y no mostraba signos de problemas en los cojinetes. Las cajas de accesorios de ambos motores giraban y los engranajes presentaban continuidad con el rotor del compresor. La sección de turbina de ambos motores no presentaba daños mecánicos importantes. El rozamiento de los extremos de los álabes observados en el rotor de la primera etapa del compresor y de la primera etapa de la turbina de potencia en ambos motores, era indicativo de giro en el momento del impacto.

Las conclusiones de la inspección indicaron que los motores estaban en funcionamiento y generaban potencia en el momento del impacto. No se encontraron indicios de problemas mecánicos que hubiesen impedido una correcta operación antes del impacto.

### **1.12.4. Análisis del combustible**

Se tomaron muestras de JET A-1 de la unidad de repostaje n.º 371 del aeropuerto de Almería que suministró combustible por última vez al helicóptero EC-KYR. Estas muestras fueron analizadas en los laboratorios de CLH (Compañía Logística de Hidrocarburos) y del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial).

Los resultados de los ensayos y análisis confirmaron que el combustible cumplía con las especificaciones y que no presentaba indicios de contaminación microbiológica. Ninguna aeronave de las que habían utilizado combustible de la misma unidad de repostaje informó haber tenido problemas.

## **1.13. Información médica y patológica**

Los resultados de las autopsias y estudios biológicos y toxicológicos realizados al piloto, copiloto y rescatador indicaron, en todos los casos, el fallecimiento inmediato debido a traumatismos producidos en el impacto. No se detectó la presencia de ninguna sustancia tóxica o psicoactiva en sangre.

La ausencia de lesiones en manos y pies de piloto y copiloto (lesiones de control), es decir, en las articulaciones en contacto directo con los mandos de vuelo (pedales, cíclico y colectivo), indicaban un impacto no esperado.

## 1.14. Incendios

No aplicable.

## 1.15. Aspectos de supervivencia

### 1.15.1. *Funcionamiento de las balizas de emergencia*

El helicóptero contaba con siete balizas de emergencia<sup>32</sup>: la baliza de aeronave, una baliza en la balsa izquierda, una baliza en la balsa derecha y las cuatro balizas personales de los tripulantes. De éstas, sólo la de la aeronave (HR Smith 503) está diseñada para activarse automáticamente en caso de darse las condiciones necesarias. El resto, tanto las balizas de las balsas<sup>33</sup> (Techtest LTD P/N 500-12Y) como las personales (McMurdo P/N 85-890-001A) están diseñadas para activarse manualmente.

El sistema de detección y procesamiento de señales de emergencia (COSPAS-SARSAT) recibió dos señales en el accidente del helicóptero EC-KYR: la correspondiente a la balsa izquierda y una de las balizas personales, ambas activadas manualmente por el superviviente. La baliza de emergencia del helicóptero no emitió ninguna señal.

### 1.15.2. *Inspección de la radiobaliza de aeronave ELT*

El helicóptero estaba equipado con un sistema de indicación de posición en caso de accidente del fabricante HR Smith (denominada baliza de aeronave en el apartado 1.15.1). Este sistema, cuando detecta una condición de impacto o de inundación, expulsa una baliza que contiene una batería, una antena y un transmisor e inicia la emisión de una señal en la frecuencia de emergencia. En el accidente del EC-KYR, esta baliza se había expulsado pero no llegó a emitirse la señal de emergencia. El muelle que se encarga de la expulsión de la baliza presentaba una fuerte elongación. El resto de los elementos que formaban parte del sistema se encontraban en buenas condiciones y fueron inspeccionados con ayuda del fabricante.

Los análisis de los elementos recuperados indicaron que la expulsión de la baliza se activó por un valor de aceleración por encima del límite inferior de diseño y que la eyección se realizó de forma correcta. La deformación del muelle sugería que durante el proceso en el que estaba estirándose para liberar la baliza, algo impactó contra ella

---

<sup>32</sup> Además de estas balizas de emergencia, el registrador de datos lleva una baliza que emite en una frecuencia diferente a las de emergencia y que ayudó en la localización de la aeronave. La detección de esta baliza necesitó de la utilización de un equipo específico denominado hidrófono, que fue proporcionado por el fabricante.

<sup>33</sup> Existía un error en la información proporcionada por AgustaWestland en sus manuales, ya que indicaba que las balizas de las balsas se activaban automáticamente con la extensión de la balsa. Durante la investigación, se confirmó este error con el fabricante que, además, informó de su intención de corregir el error en sus manuales.

impulsándola hacia atrás y hacia arriba, probablemente el agua. Este desplazamiento de la baliza deformó el muelle y pudo afectar a la integridad de la baliza.

La imposibilidad de recuperación de la baliza, que es el elemento que contiene la batería, el transmisor y la antena, no ha permitido conocer la causa por la que no se activó la señal de emergencia. Según la información proporcionada por el fabricante no existen antecedentes de problemas similares.

### 1.15.3. *Posiciones de la tripulación en el helicóptero y supervivencia del operador de grúa*

Después de la finalización del último ejercicio, la posición de la tripulación era la siguiente: comandante a la derecha, copiloto a la izquierda, rescatador detrás a la izquierda mirando hacia delante y operador de grúa detrás a la derecha mirando hacia atrás. El rescatador se había sentado y tenía puesto el cinturón de seguridad. El operador de grúa permanecía atado con el arnés de cintura, que le mantenía unido al techo del helicóptero pero le permitía libertad de movimiento por la cabina de pasaje. Se encontraba de rodillas, de espaldas al comandante, recogiendo el material utilizado en el ejercicio y hablando con el rescatador. En el impacto, las puertas fueron expulsadas hacia fuera por el agua que entró en cabina. De la misma forma, el operador de grúa fue expulsado hacia fuera mientras seguía atado al helicóptero por el arnés de cintura. Se quitó el arnés en el agua y se subió a una de las dos balsas<sup>34</sup> que se habían inflado como consecuencia de las deformaciones y tensiones durante el impacto.

El operador de grúa fue rescatado por una patrullera de la guardia civil, que estaba navegando por la zona, tras recibir el aviso de los servicios de emergencia. Lanzó bengalas, que fueron vistas por el controlador de la torre de Almería y por la guardia civil, y encendió una linterna. Además, activó las balizas de la lancha izquierda en la que estaba subido y la de su chaleco.

### 1.15.4. *Sistema de flotación del helicóptero*

El sistema de flotación está compuesto por dos flotadores situados en la parte inferior del helicóptero que evitan que éste se hunda en caso de amerizaje. Este sistema está diseñado para situaciones de amerizaje controlado de acuerdo con los requisitos del manual de vuelo y el estado del mar, por lo que en caso de accidente esta funcionalidad no está asegurada. Los daños producidos en la estructura habían roto las tuberías que descargaban el gas desde los depósitos hacia los flotadores.

---

<sup>34</sup> Las balsas salvavidas se despliegan actuando sobre una palanca en cabina de pilotos o bien directamente en sus alojamientos. En este caso no fueron activadas por la tripulación sino como consecuencia de las tensiones en la estructura durante el impacto.

## 1.16. Ensayos e investigación

### 1.16.1. *Declaración del superviviente*

En su declaración el operador de grúa recordaba haber terminado los ejercicios y estar volviendo a Almería. Se encontraba de espaldas recogiendo el material y hablando con el rescatador. Todo era normal, no notó ni oyó nada. De repente se encontró en el agua y sentía que tiraban hacia el fondo de él. Vio el helicóptero que se hundía. Se quitó el arnés de cintura que le ataba al helicóptero y se subió a una de las balsas. Se sumergió varias veces para intentar rescatar a alguno de sus compañeros sin conseguirlo. Notó que se estaba mareando (tenía una brecha abierta en la cabeza) y subió a la balsa donde lanzó bengalas y encendió una linterna.

### 1.16.2. *Vuelos de prueba*

Se realizaron 3 vuelos de prueba: dos nocturnos en Almería y uno diurno en Valencia. Uno de ellos fue un vuelo de entrenamiento nocturno al que los investigadores asistieron como observadores. Los objetivos de dichos vuelos fueron los siguientes:

- Valorar la sensación de ascenso-descenso que pudo percibir la tripulación.
- Valorar la carga de trabajo de la tripulación.
- Valorar el tiempo y seguimiento de los focos durante los ejercicios.
- Valorar las referencias externas.
- Valorar la presentación de la información en cabina respecto a la baja altitud.

#### Sensación de ascenso-descenso

Se reprodujo el perfil del vuelo sin ninguno de los modos del FD conectados manteniendo los sistemas de estabilización del helicóptero, tal y como estaba en el vuelo del accidente. Se realizaron ascensos y descensos varias veces y, a pesar de conocer el perfil de vuelo, era difícil discernir si se estaba ascendiendo o descendiendo. Se realizaron maniobras de ascenso-descenso con transiciones más bruscas. En estos casos, el perfil de vuelo era mucho más abrupto y no tan «redondeado» y el cambio de ascenso-descenso era más evidente en cuanto a sensaciones corporales. Estas pruebas permitieron comprobar que los sistemas de estabilización del helicóptero y las actuaciones del comandante para detener el ascenso hicieron que el cambio de trayectoria fuese inadvertido para el resto de tripulantes.

#### Carga de trabajo para la tripulación

Durante el vuelo de entrenamiento se comprobó la necesidad de coordinación, comunicación y gestión de recursos de cabina constantes, coordinación y comunicación

con el operador de grúa y de éste con el rescatador, habilidad de vuelo en las maniobras, monitorización constante de los instrumentos, lectura de las listas de chequeo y sus correspondientes anuncios en voz alta («call-outs») y planificación exhaustiva en el «briefing». Se evidenció una alta carga de trabajo y un alto nivel de exigencia que existe en este tipo de operaciones. Igualmente, se comprobó la importancia del repaso a realizar después del ejercicio («debriefing») por su utilidad para hacer equipo, aprender de la gestión y sobre posibles puntos de mejora del vuelo realizado.

### **Tiempo y seguimiento de los focos sobre la embarcación**

Durante las operaciones de grúa la embarcación está en todo momento iluminada y controlada por el foco de búsqueda del piloto. Este momento de la operación implica que el comandante está girado hacia la derecha y mirando hacia la embarcación o hacia el objetivo que tiene iluminado con su foco. En el momento en que acaban las operaciones de grúa, el foco se apaga y se produce el cambio de un entorno de oscuridad donde hay una zona de luz a un entorno de oscuridad completa.

### **Referencias externas**

En el momento del impacto el helicóptero estaba situado en rumbo de pista pero desplazado hacia la derecha. En esa posición, a 950 ft de altitud, se valoró la posible similitud del escenario con la aproximación a la pista que pudiese haber hecho pensar al comandante que estaba en rumbo de pista y hubiese descendido pensando que iba a aterrizar. La conclusión que se obtuvo es que las referencias externas eran completamente diferentes a las que se tienen en una aproximación a la pista. En el horizonte se veía con claridad el faro del Cabo de Gata a la derecha, una pequeña extensión longitudinal sin iluminar correspondiente al parque natural y las luces de costa correspondientes a la localidad de Retamar. La aproximación a la pista 08 está, por el contrario, completamente iluminada por las luces de la ciudad. El comandante además era de Almería, tenía una casa en Retamar, conocía la zona y llevaba más de medio año volando en esa base, por lo que parece improbable que confundiera dos escenarios tan diferentes.

Las referencias externas en el rumbo que llevaba la aeronave permitían valorar cambios significativos en alabeo, pero la distancia a la costa y la altitud no permitían discernir modificaciones en la altitud utilizando únicamente referencias externas visuales.

### **Información en cabina respecto a la baja altitud**

Se utilizó el vuelo de prueba en Valencia y la reproducción realizada por el fabricante de la información presentada en las pantallas de vuelo PFD y MFD de los dos últimos minutos. Según se desciende, el primer aviso es la presencia de color marrón en la barra del baro-altímetro (figura 5). El radio-altímetro es lo siguiente en «colorearse» de

marrón, pero a altos regímenes de descenso, por la escala del instrumento, esta franja se «colorea» muy tarde y muy rápido. Los rectángulos negros asociados a la DH, son visibles por la posición en la que se presentan en el horizonte artificial. Las altitudes de decisión seleccionadas y el régimen de descenso hicieron que los rectángulos negros asociados a la DH aparecieran 6 segundos antes del impacto.

### 1.16.3. *Utilización de las luces de rodadura*

Se visitó la torre de control de Almería y se consultó a dos controladores con objeto de conocer si es frecuente que los pilotos pidan, o la torre ofrezca, aterrizar con luces de rodadura. Este aspecto fue confirmado ya que por la situación en que se encuentra la base y el estacionamiento respecto a la pista, no precisan rodar por toda la pista sino solo por la calle de rodadura.

### 1.16.4. *Comunicación helicóptero-base*

En las bases además de las tripulaciones de vuelo hay un técnico de mantenimiento que en cuanto el helicóptero llega a plataforma, con los rotores en funcionamiento, y antes de que la tripulación baje del helicóptero, aplica agua dulce a determinadas partes del helicóptero para evitar problemas de corrosión. Para asegurar que el técnico esté a la llegada, se utiliza un teléfono móvil y suele ser el operador de grúa el que llama e informa sobre la hora de llegada, especialmente en salidas reales en que se desconoce la duración de la misión. En el caso de vuelos de entrenamiento, la hora de llegada se conoce con anterioridad y no suele ser necesario realizar la llamada. En el vuelo del accidente, el técnico de mantenimiento informó que no se realizó esa llamada y que, de haberla realizado, no habría sido el comandante. Las comunicaciones en cabina no registraron ninguna comunicación referente a estas llamadas por lo que se descarta cualquier distracción relacionada con este aspecto.

Esta práctica no estaba descrita por el operador en sus manuales.

## 1.17. **Información sobre organización y gestión**

### 1.17.1. *Regulación de la actividad SAR en España*

En España no se ha desarrollado una normativa específica para las actividades SAR<sup>35</sup> y está considerada como trabajos aéreos-operaciones de emergencia. Los requisitos a

---

<sup>35</sup> El artículo 1 del reglamento CE n.º 216/2008 modificado por el n.º 1108/2009, que establece los requisitos para el personal, la operación y los productos para mantener un nivel elevado y uniforme de seguridad en la aviación civil en Europa excluye, explícitamente, a los productos, partes, personal y organizaciones dedicadas a los servicios de búsqueda y salvamento. Este artículo establece que «deberá ser cada estado el que debe tomar medidas para asegurar que tales actividades o servicios tienen en consideración, en la medida de lo posible, los objetivos del reglamento».

cumplir por las empresas que quieren realizar esta actividad están definidos en un procedimiento interno de AESA<sup>36</sup>. En lo que a operación se refiere, los requisitos son un manual de mantenimiento, un manual de operaciones y un director de operaciones. En el caso de la aeronave EC-KYR, la empresa operadora, INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE estaba autorizada por AESA para realizar trabajos aéreos-operaciones de emergencia, aunque el manual básico de operaciones estaba a nombre de HELICSA. Una vez autorizada una empresa, la normativa aplicable es la que corresponde a los trabajos aéreos, es decir, la circular operativa 16-B sobre tiempos de vuelo, la JAR-FCL sobre licencias y el Reglamento de la Circulación Aérea.

Por su parte, SASEMAR establecía en el pliego de prescripciones técnicas del contrato de salvamento marítimo (adjudicado a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE) los siguientes requisitos operacionales:

- El 50% de las horas de vuelo deben dedicarse al entrenamiento de las tripulaciones. Como cifra orientativa se estaban realizando 8 ejercicios mensuales por base<sup>37</sup>.
- Requisitos para las tripulaciones de vuelo:
  - Licencia comercial en vigor, IFR y/o VFR nocturno.
  - Experiencia mínima de 2.000 h para comandantes y 1.000 h para copilotos.
  - Calificación de tipo del helicóptero operado.
  - Experiencia preferiblemente en patrulla marítima, rastreos, observación aérea, etc.
- Todos los pilotos del servicio efectuarán unas prácticas de vuelo de emergencias cada 12 meses, en simulador de vuelo, y en todo caso dentro de los tres meses de comienzo del contrato. Así mismo, efectuarán un ejercicio de evacuación del helicóptero volcado y sumergido en el agua en simulador «Dunker» cada 12 meses.
- Plan de formación y entrenamiento para pilotos y mecánicos.
- Para el mantenimiento de las aeronaves, certificación como centro de mantenimiento aeronáutico aprobado según EASA PART-145.

### Regulación de la actividad SAR en otros países

A nivel europeo, en la mayoría de los países el servicio SAR es prestado a nivel militar. En el Reino Unido, el servicio es mixto militar-civil y existen operadores civiles prestando servicios SAR. Irlanda, Noruega y los Países Bajos también tienen operadores civiles.

---

<sup>36</sup> Procedimiento para la obtención de autorizaciones para realizar trabajos aéreos (aviones o helicópteros).

<sup>37</sup> Ocho ejercicios mensuales suponen una media de entre 16 y 20 h de entrenamiento (2 h-2:30 h por entrenamiento). Como comparativa, en Reino Unido se realizan 55,15 h de entrenamiento por base y las horas de salidas reales no se descuentan del entrenamiento.

En el entorno europeo no todos los países han desarrollado normativa SAR específica. El Reino Unido es un ejemplo de los países que sí han elaborado normativa para este sector y en mayo de 2010, la autoridad de aviación civil del Reino Unido (Civil Aviation Authority CAA), emitió el documento CAP 999 Helicopter Search and Rescue in the UK, con los requisitos a cumplir para realizar actividades SAR con helicóptero. Estos requisitos equiparan la operación SAR con una operación de transporte comercial, utilizan como referencia la JAR-OPS 3 (operación de transporte aéreo comercial) y exige un certificado de operador aéreo SAR (AOC SAR).

La autoridad de aviación civil de Chile obliga a los pilotos SAR a recibir formación en CRM (gestión de recursos en cabina) y CFIT (vuelos controlados contra el terreno) dentro del programa ALAR («Approach and Landing Accident Reduction») y esta formación es impartida por el propio regulador.

### 1.17.2. Documentación del operador: MBO y MOE SAR

El operador tenía desarrollados un Manual Básico de Operaciones (MBO) y un Manual de Operaciones Especiales de Búsqueda y Salvamento (MOE SAR).

El MBO, con fecha 12 de abril de 1999, es uno de los documentos necesarios para obtener la autorización de empresa de trabajos aéreos. Puesto que es un manual genérico para todos los tipos de trabajos aéreos para los que la empresa estaba autorizada, no contenía requisitos y detalles específicos para la operación SAR. Para eso, la compañía había desarrollado el MOE SAR. El nombre de la empresa en el MBO era HELICSA.

El MOE SAR, que no está sujeto a ningún tipo de aprobación o autorización por parte de la autoridad de aviación civil, incluye todos los aspectos relacionados con la actividad SAR, entre ellos las listas de comprobación normal, procedimientos en las operaciones de búsqueda y salvamento y la formación y entrenamiento. Consta del capítulo 1 al 8 y los anexos A, B y C.

Durante la investigación se obtuvieron las siguientes versiones y partes del MOE SAR:

1. El MOE SAR (copia número 19) de la base de Almería. Era el documento al que tenía acceso la tripulación del accidente.
  - Revisión del 10-01-2008.
  - Todas las páginas del texto tienen fecha del 15-02-2007, excepto las páginas efectivas, algunas del índice, y algunas páginas de los capítulos 5 y 6 que tienen fecha del 05-12-2008.
  - La relación de páginas efectivas del capítulo 6 no se corresponde con las del texto.
  - El nombre de la empresa que aparece en el manual es HELICSA.

- Los capítulos 2, 5, anexo A y anexo B contenían procedimientos adaptados a cada modelo de helicóptero de la compañía y no existían para el AW139:
    - Los procedimientos de emergencia estaban en el punto 2.6, *Definiciones y regulaciones operativas*, y no había procedimientos definidos para el AW139.
    - No incluía los procedimientos de recogida adecuados para el AW139 (capítulo 5).
    - No incluía la configuración a bordo del material SAR para el AW139 (anexo A).
    - No incluía las listas de comprobación de aproximación a barcos para el AW139 (anexo B).
  
  - Para los modelos de helicópteros incluidos:
    - El anexo B, contiene la lista de comprobación de aproximación a barcos. En el texto (capítulo 5) esta lista se identifica como SEA APPROACH.
    - La lista para el procedimiento de despegue tras una operación de grúa, no está como lista, sino que se describe dentro del texto.
    - Después del despegue, en el propio texto del capítulo 5 se referencia una lista de AFTER TAKEOFF que no existe en el documento.
2. El MOE SAR enviado por INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE a la CIAIAC tras el accidente.
- Revisión del 05-12-2008.
  - Todas las páginas del texto tienen fecha del 15-02-2007, excepto algunas del índice y de los capítulos 5 y 6 que tienen fecha del 05-12-2008.
  - El nombre de la empresa que aparece en el manual es INAER.
  - Al igual que en la copia de Almería, el manual no tenía los procedimientos adaptados para el AW139 (capítulos 2, 5, anexo A y anexo B).
3. El MOE SAR (copia número 5) enviado por SASEMAR a la CIAIAC tras el accidente.
- Revisión 10-01-2008.
  - El índice no incluye los anexos B y C y no están incluidos en el texto.
  - Todas las páginas del texto tienen fecha del 15-02-2007.
  - El nombre de la empresa que aparece en el manual es HELICSA.
  - Falta el capítulo 4 y el punto 5.5 no está en el índice aunque sí existe en el texto.
  - En el capítulo 5, existe el punto 5.5.7 dedicado a la baliza personal que no existe en la copia de la base de Almería (que tiene la misma fecha de revisión) ni en la copia enviada por INAER.
  - El capítulo 6, apartado 6.4, sobre los ejercicios mínimos a realizar para mantener la calificación SAR, no coincide con las versiones de los MOE SAR de Almería ni el enviado por la empresa. La versión de SASEMAR incluye ejercicios de entrenamiento que se han eliminado en las versiones del 05-12-2008.

4. Procedimientos SAR AW139 enviado por INAER a la CIAIAC tras el accidente. Este documento parece ser una actualización de los capítulos del MOE SAR que afectan al AW139 y que en las versiones del MOE SAR no estaban incluidos.
  - El nombre de la empresa que aparece en el manual es INAER.
  - La portada del documento es Procedimientos SAR AW139 y el contenido son los capítulos 5, 9 y el anexo B.
  - Las páginas del documento tienen fecha del 10-11-2009 y pertenecen al MOE SAR.
  - Es el capítulo 5 del MOE SAR con nuevos apartados dentro del capítulo con los procedimientos del AW139.
  - Hay un capítulo 9, *Procedimientos de emergencia*, que es nuevo y no existe en ninguna de las copias del MOE SAR. Este capítulo 9, que en los MOE SAR se incluía en el apartado 2.6, contiene procedimientos de emergencia para el AW139 y además nuevos apartados.
  - Hay referencias a suplementos del MOE SAR que no existen en las copias del MOE SAR que se han estudiado.
  - Al final del capítulo 9 se incluyen las listas de emergencia en inglés. Estas listas tienen la matrícula y el número de serie del helicóptero accidentado EC-KYR y con fecha de noviembre de 2009.
  - El anexo A que debería incluir la configuración del material SAR a bordo del AW139 no está en el documento.
  - El anexo B incluye las listas de comprobación de aproximación a barcos. Son tres: SEA APPROACH, BEFORE DEPARTURE y AFTER HOVER SEA/MISSED APPROACH (Vy).
  
5. De los restos del helicóptero se recuperaron las listas de comprobación a bordo en el momento del accidente.
  - Es una carpeta plastificada de 12 páginas.
  - Cada hoja estaba identificada con la matrícula y el número de serie del helicóptero.
  - La fecha en todos los pies de página era diciembre de 2008.
  - Estaba en inglés y tenía las siguientes listas de comprobación específicas SAR: SAR APPROACH y SAR DEPARTURE/GO AROUND.

### 1.17.3. Documentación del operador: Descripción de las maniobras en el MOE SAR

#### Aproximación a estacionario

El apartado 5.3.1 del MOE SAR, *Aproximación a estacionario*, describía la forma de realizar las aproximaciones a los barcos con un tráfico SAR iniciado o bien en la vertical

del barco o bien en larga final, con los siguientes puntos de referencia, altitudes y velocidades. Para este procedimiento se realizará la lista de aproximación a barco (SEA APPROACH).

### Estacionario

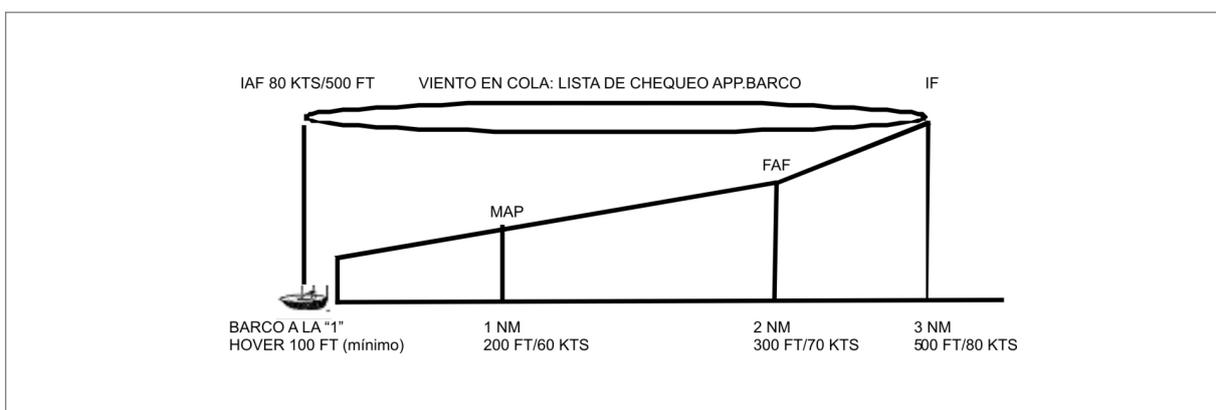
El estacionario se describe dentro del apartado 5.3.3, *Recogida de supervivientes desde una embarcación*, y define que se seleccionará la DH a la altura mínima de estacionario que se pretende mantener (por ejemplo, 60 ft). No concuerda con la figura 8, que define 100 ft como mínimo.

### Despegue

Dentro del apartado 5.3.10, *Completada la recogida*, del MOE SAR, se describe el despegue que se iniciará cuando el operador de grúa informe al piloto al mando «cabin clear». Antes de iniciar el regreso, el copiloto debe anotar la hora y comprobar los equipos de navegación. El despegue se realizará siguiendo los procedimientos de un despegue en condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos (IMC) y se realizará sin referencias exteriores.

El procedimiento a seguir en todas las operaciones de grúa sobre un barco es nivelar alas y morro (horizonte artificial), aplicar potencia necesaria, comprobar ascenso positivo (tres indicaciones a subir BARALT-RADIOALT-VSI<sup>38</sup>), ganar velocidad (10°/15° morro abajo) y continuar despegue estándar (Vtoss, Vy, altitud seleccionada).

Mientras se realiza el despegue, el PNV (piloto no volando o piloto no a los mandos) comprobará la potencia aplicada por el PV (piloto volando o piloto a los mandos) y la dirá, el ascenso positivo y lo dirá, la postura de morro y dirá «ganado altura/velocidad»,



**Figura 8.** Aproximación a estacionario (MOE SAR de la base de Almería)

<sup>38</sup> Baro-altímetro, radio-altímetro e indicador de velocidad vertical. Son las «tres verdes» o «3 UP».

el paso por Vtoss, Vy y alturas 100 ft, 200 ft y altura y velocidad final y realizará la lista de verificación AFTER TAKEOFF (que no está en el manual).

En despegues automáticos se deberán comprobar los parámetros y al finalizar el ascenso a 199 ft continuar a régimen de vuelo normal calando el radio-altímetro de nuevo a 200 ft o superior.

#### 1.17.4. Documentación del operador: Listas de comprobación

Con fecha anterior al accidente existían un total de 4 listas de comprobación para el AW139, dos de ellas particularizadas para el EC-KYR:

- Diciembre 2008. Particularizada para el EC-KYR. Es la lista que utilizaba la tripulación en el momento del accidente y fue hallada con los restos.
- Julio 2009. Particularizada para el EC-KYR. Enviada por el operador a la CIAIAC. Esta lista es exactamente igual a la de diciembre de 2008.
- Noviembre 2009. Genérica y perteneciente al documento Procedimientos SAR AW139 enviado por el operador a la CIAIAC (descrita en el apartado 1.17.2).
- Enero 2010. Enviado por el operador a la CIAIAC.
- Julio 2010. Enviado por el operador a la CIAIAC. Posterior al accidente.

Respecto a las listas de diciembre de 2008 y julio de 2009, las listas específicas para operaciones SAR tienen las siguientes características:

- Son dos y se identifican como SAR APPROACH y SAR DEPARTURE/GO AROUND.
- Son procedimientos para helicópteros sin modos SAR (denominados por el operador como LIMSAR). No contemplan la utilización de ningún modo SAR en ninguna fase de la aproximación ni del despegue, es decir, no corresponden a las capacidades técnicas del helicóptero EC-KYR.
- La lista SAR APPROACH:
  - En el MOE SAR se denomina SEA APPROACH, lista de aproximación a barco y procedimientos de recogida.
  - Se inicia sobrevolando el objetivo o barco para iniciar el tramo de viento en cola, o si el helicóptero está en final, a 5 NM en larga final al barco. Finaliza cuando la puerta de cabina se abre para iniciar las operaciones de grúa.
  - Consta de 21 puntos a chequear.
  - El MOE SAR, en todas sus versiones, establece que el copiloto realizará la lista de aproximación al barco una vez se vira a viento en cola o antes de 5 NM si se procede en larga final. Esto es incompatible con las fases que abarca la lista.
  - El procedimiento comprende comprobaciones en los distintos tramos de la aproximación. Los puntos denominados en el MOE SAR como IAF, IF, FAF y MAP no son utilizados en los mismos términos en las listas (ON TOP para denominar el

IAF, CHECK POINT para denominar el FAF, que en texto está a 2 NM y en las listas a 3 NM, DECISION POINT para denominar el MAP).

- Las alturas de decisión (DH) definidas en la lista son 40 ft para el piloto a los mandos y 200 ft para el piloto no a los mandos. Este valor es el tercer punto de la lista y debe comprobarse por los dos pilotos.
- La lista comprende el estacionario. En el MOE SAR se indica que para la realización de estacionarios la tripulación seleccionará la altura DH a la altura mínima de estacionario que se pretende mantener. Este valor, que en principio varía según las dimensiones del objetivo, no se corresponde con la lista, ya que ésta predetermina esta altitud a 40 ft, ni con la figura 8 del manual que establece 100 ft como mínimo.

- La lista SAR DEPARTURE:

- En el MOE SAR no se nombra esta lista en ningún apartado, sino que se incluye dentro del punto «completada la recogida» de los procedimientos LIMSAR.
- Consta de 18 puntos.
- El texto del manual establece que el despegue se realiza sin referencias exteriores y que se inicia con la comprobación de «cabina lista» del operador de grúa y que antes de iniciar el regreso, el copiloto debe anotar la hora y comprobar los equipos de navegación. Esto no se indica en la lista.
- El sexto punto, antes del despegue desde estacionario, define la selección del FD a STANDBY.
- Una vez se desconecta el FD, el despegue se realiza en manual, tal y como se realizó en el último despegue. El MOE SAR define una serie de comprobaciones por el piloto no a los mandos que no coinciden con las establecidas en la lista (por ejemplo, el call-out de «ganado altura y velocidad» que en la lista es el piloto a los mandos quien debe decirlo y se utiliza el término «3 UP»).
- La lista no establece ningún valor de referencia para la altitud de decisión DH que sin embargo el manual define en un valor de 200 ft o superior. El MOE SAR no utiliza el término DH sino calado del radio-altímetro.
- El manual indica que se debe realizar la lista de AFTER TAKEOFF que no existe.
- La lista posterior a la SAR DEPARTURE sería la CLIMB/CRUISE/DESCEND.

La lista editada en noviembre de 2009 tiene tres procedimientos SAR denominados SEA APPROACH, BEFORE DEPARTURE (HOVER) y AFTER HOVER SEA/MISSED APPROACH.

La lista de enero de 2010 tiene dos procedimientos denominados SEA APPROACH, dividido en tres fases, y SEA DEPARTURE/GO AROUND.

La lista de julio de 2010 tiene tres procedimientos denominados SEA APPROACH, BEFORE DEPARTURE (HOVER) y AFTER HOVER SEA/MISSED APPROACH.

Entre ellas existen discrepancias y diferencias de terminología y de orden de tareas.

### 1.17.5. Documentación del operador: selección, formación y entrenamiento

#### Selección

El operador en su MOE SAR (capítulos 1, 2 y 6) establece que la tripulación mínima para operaciones SAR es de piloto al mando, copiloto, operador de grúa y rescatador. La selección del personal se realiza de acuerdo al currículo y a una entrevista técnica. La empresa tenía información de los pilotos en lo referente a sus licencias, habilitaciones, cursos y horas de vuelo.

#### Calificación SAR

Cualquier tripulante que vaya a formar parte de la flota SAR debe tener la calificación SAR, que emite la propia compañía, de acuerdo a sus propios criterios ya que no existen por parte del regulador.

El MOE SAR define en dos puntos (2.3.1 y 6.1) distintos requisitos para obtener la calificación SAR:

1. El apartado 2.3.1 del manual define los siguientes requisitos para obtener la calificación SAR:
  - Los requisitos de formación,
  - Una comprobación final con un instructor SAR, y
  - Realizar un número de misiones bajo supervisión.
2. El apartado 6.1, instrucción SAR, indica que para ser miembro de la tripulación SAR hace falta:
  - Curso SAR<sup>39</sup>: parte teórica (24 horas) y parte práctica (8 vuelos y 10 horas para comandante y 6 vuelos y 8 horas para el copiloto). El programa del Curso SAR facilitado por la compañía describe el contenido concreto de la formación teórica y práctica en cada sesión de formación. La formación teórica consta de varias partes entre ellas:
    - Once sesiones teóricas dedicadas al estudio del MOE SAR, cuyo índice no coincide con ninguna de las 3 versiones del mismo disponibles durante la investigación.
    - Una sesión teórica dedicada a CRM y MCC, briefing y debriefing.
    - Una sesión teórica dedicada a la cultura naval.
    - Una sesión teórica dedicada a los procedimientos SAR específicos para 4 modelos de helicóptero, entre ellos el AW139.

---

<sup>39</sup> Dentro de la formación no se incluye formación específica en modos SAR.

- Programa de instrucción SAR. El número de misiones varía en función del helicóptero, la operación y la experiencia del alumno.

De la tripulación de vuelo del accidente, se conocen las fechas de realización del curso SAR de cada uno de ellos, y 5 horas de vuelo bajo supervisión del comandante, pero no existe registro de que se realizara la comprobación SAR, los vuelos bajo supervisión del copiloto o el número de misiones de instrucción.

### Entrenamiento SAR

Una vez obtenida la calificación SAR, para su mantenimiento se deben realizar unos mínimos de entrenamiento SAR. Estos mínimos están definidos en unas tablas, que especifican los tipos de ejercicios a realizar en un periodo de tiempo para cada uno de los miembros de la tripulación SAR. El entrenamiento SAR incluirá vuelos nocturnos y diurnos y los vuelos SAR reales contarán como entrenamiento.

Este capítulo es el que fue modificado y varía entre la versión del MOE SAR que tenía SASEMAR con respecto a las versiones del operador.

El comandante SAR, en función de las necesidades de entrenamiento de los miembros de la tripulación y del tiempo disponible, diseña el vuelo a realizar. Es el comandante el que anota el entrenamiento y los tiempos realizados para todos los miembros de la tripulación. Todos los vuelos de entrenamiento incluyen obligatoriamente un briefing antes y después de la misión. El responsable SAR controlará el nivel de entrenamiento de los tripulantes SAR. No hay ninguna referencia añadida a cómo se evalúa el entrenamiento.

Por último, en cuanto a las condiciones para realizar vuelos de entrenamiento, se establece que un vuelo nocturno sobre el mar es un vuelo en condiciones meteorológicas de vuelo instrumental (IMC), que los mínimos meteorológicos serán de 400 ft de techo de nubes y 2 NM de visibilidad, y la necesidad de un barco de seguridad en caso de entrenar recogida de personas desde el agua.

El vuelo del accidente era un vuelo de entrenamiento SAR<sup>40</sup>.

De las reuniones y entrevistas con el operador se deduce que no hay formación en CRM, que por otra parte no es obligatoria, y que en la formación MCC se entrena el uso de procedimientos y chequeo cruzado.

---

<sup>40</sup> El vuelo de entrenamiento SAR no se limita a los ejercicios SAR propiamente dichos sino que comprende la totalidad del vuelo, incluyendo las fases de planificación previa y análisis posterior (briefing y debriefing), los desplazamientos hacia y desde la zona de ejercicios y las propias maniobras SAR.

#### 1.17.6. *Vigilancia de la seguridad*

Si bien algunas de las empresas explotadoras del grupo INAER, al que pertenece el operador INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, tienen implementados sistemas de gestión de la seguridad (SMS) y por lo tanto programas de evaluación de riesgos, no existe para las operaciones SAR, ni el momento del accidente ni en la actualidad. Por lo tanto, no se ha realizado de una forma analítica y formal la identificación y evaluación de los riesgos de la operación SAR según su grado de severidad y frecuencia y, en consecuencia, se desconocen cuáles de dichos riesgos deben mitigarse, evitarse o gestionarse según el caso. Asimismo esta carencia reduce la posibilidad de utilizar apropiadamente la experiencia de las tripulaciones en el día a día para la mejora del entrenamiento<sup>41</sup>.

Existe un cauce abierto para que las tripulaciones comuniquen incidentes o problemas que hayan surgido en el vuelo o que se hayan discutido en el debriefing y que son tratados de forma anónima. El grupo INAER edita la revista Safety+.

#### 1.17.7. *Cambios en el servicio SAR previos al accidente*

Tres años antes al accidente, la organización del servicio SAR en España había sufrido un cambio. El número de bases de helicópteros se amplió de cinco a once, las tripulaciones pasaron de presencia física sólo en la franja de luz diurna a presencia física H24 y, además, se introdujo un nuevo modelo de helicóptero, el AW139, nuevo en el mercado y recién certificado por EASA.

Esto supuso reorganizar por completo un servicio que requirió para el operador un aumento de plantilla importante (según el operador se multiplicó por cuatro), a la que había que formar, habilitar, había que organizar cursos y examinadores y empezar a operar en un helicóptero con un equipamiento y una tecnología nuevas. La gestión de todos estos nuevos medios implicó un cambio y una transición hacia el nuevo servicio.

---

<sup>41</sup> Aunque la implementación de un SMS (Safety Management System) no es obligatorio para las operaciones de helicópteros, el Safety Regulation Group de la CAA lo recomienda así como la obligatoriedad de implementar un programa de gestión de riesgos dentro del programa de Prevención de Riesgos Laborales.



## 2. ANÁLISIS

### 2.1. Aspectos relacionados con el vuelo

Durante las 2 horas y 16 minutos de operación de la aeronave EC-KYR se realizaron cinco aproximaciones a estacionario, estacionarios y despegues, de los cuales las cinco aproximaciones, dos estacionarios y tres despegues se hicieron en manual. El copiloto fue piloto a los mandos durante aproximadamente la primera hora de vuelo y todas las maniobras que realizó (tres aproximaciones, dos estacionarios sin operaciones de grúa y dos despegues) fueron en manual. El comandante fue piloto a los mandos durante la última hora del vuelo y todas las aproximaciones que realizó fueron en manual, todos los estacionarios los realizó con modos del FD, ya que requerían operaciones con la grúa, y de los despegues, dos los realizó con el modo SAR Transition Up y el último en manual.

El cambio de mandos en todos los casos fue claro y comunicado con las palabras «mandos tuyos» y «míos».

#### 2.1.1. *Análisis de las aproximaciones a estacionario*

Las velocidades, distancias y altitudes con las que se realizaron las maniobras de aproximación a estacionario no se ajustaron a los valores establecidos en el MOE SAR y en la lista de chequeo que utilizaba la tripulación: velocidades mayores, altitudes más bajas y distancias más cortas para el inicio del descenso. En los dos primeros tráficos, se sobrevoló la embarcación a 500 ft, en la tercera aproximación se simuló este punto en las proximidades de la embarcación a 500 ft y en las dos últimas el tráfico se enlazó con la maniobra de despegue a 200 y 300 ft. Las trayectorias durante las cuatro primeras aproximaciones se ajustaron a la forma rectangular estándar y en la última se recortaron todos los tramos, describiendo una trayectoria elíptica.

La lista de comprobación SAR APPROACH que utilizaba la tripulación se ejecutó de forma desigual en cada una de las aproximaciones. En todas las aproximaciones, a excepción de la tercera, el orden en el que se chequearon los puntos de la lista SAR APPROACH no coincidió con el que estaba escrito y el número de puntos chequeado varió:

- En la primera aproximación se revisó un 60% de la lista, en diferente orden e intercambiando puntos de las distintas fases de la aproximación.
- En la segunda aproximación se comprobó un 20%, en distinto orden al de la lista.
- En la tercera aproximación se chequeó un 85%. Los primeros catorce puntos en el mismo orden.
- En la cuarta aproximación se revisó un 60% de la lista, en diferente orden e intercambiando puntos de las distintas fases de la aproximación.
- En la quinta aproximación se chequeó un 9% de la lista y en distinto orden.

Estos datos indican que la lista no se utilizó en ninguna de las aproximaciones, salvo la tercera, ni para la ejecución ni para la comprobación posterior, en el caso de que se hubiesen realizado de memoria. El chequeo que se hizo fue de memoria y el orden no siguió una pauta común. En la tercera aproximación, en que se comprobaron 15 puntos en el orden establecido, no se terminó de completar la lista. El recordatorio en un momento dado del comandante al copiloto de que no olvidase hacer la SEA APPROACH, de que no olvidasen «lo del 102» o la pregunta para confirmar si la había terminado, son indicativos de que no era una práctica rutinaria hacer la lista y que se ejecutaban de memoria.

Los puntos 1, 10 y 15 de la lista SAR APPROACH, que corresponden a la comprobación de velocidades, altitudes y distancias en distintos puntos de la aproximación, no se realizaron ya que los tráficos se ajustaron y realizaron con valores distintos de los establecidos.

La altitud de decisión DH, que es el punto número 3 de la lista y que debe establecerse en 40 y 200 ft, es una prueba más de que las listas no se utilizaban. En ningún momento del vuelo se seleccionaron las DH correctas para copiloto y comandante como se muestra en la tabla 3. Las referencias a la DH a lo largo del vuelo sugieren que la tripulación le concedía un bajo nivel de importancia como elemento de seguridad en el vuelo y una cierta confusión respecto a su utilidad. Se utilizó el término DH para hablar del baro-altímetro o para indicar la realización de maniobras en manual.

Hora	Ejercicio	DH ft) Copiloto (40 ft según lista)	DH ft) Comandante (200 ft según lista)
18:02		0	200
18:29	1.º	190	200
18:30		120	120
19:18	2.º	120	40
19:22		120	40
19:48	3.º	70	40

Tabla 3. Altitudes de decisión (DH) seleccionadas durante el vuelo

### 2.1.2. *Análisis de las maniobras SAR*

Los estacionarios y las operaciones con la grúa cumplieron las pautas definidas en el MOE SAR: la coordinación entre todos los miembros de la tripulación para la comprobación de frecuencias, colación de instrucciones entre el operador de grúa y el

piloto a los mandos, supervisión de potencia y combustible para la maniobra, las transferencias de control, la pérdida de referencias visuales del comandante durante las grúas, y la identificación clara de la finalización y comienzo de las maniobras.

Las operaciones de grúa son las maniobras propiamente dichas de salvamento, el objetivo final de la operación, y en el vuelo del accidente se reconoce una diferencia clara entre las maniobras que se podrían considerar «de vuelo» y las maniobras «de salvamento». Esta diferencia en cuanto a importancia de las segundas respecto a las primeras se reflejó en el grado de aplicación y cumplimiento estricto de los procedimientos.

### 2.1.3. *Análisis de los despegues*

De los 5 despegues 3 se hicieron en manual tal y como define la lista de SAR DEPARTURE. En todos los casos el piloto a los mandos comunicó su intención de iniciar el despegue con términos como «nos vamos» o «salimos de aquí» pero no se solicitó ni se identificó el inicio de la ejecución de la lista de SAR DEPARTURE.

En los dos primeros despegues se comprobó un 17% de la lista y en un orden distinto al escrito. En el tercer despegue no se comprobó ninguno de los puntos y en los dos últimos despegues se comprobó un 11% de la lista. La utilización de términos como «tres verdes», «voy tirando de potencia» que no coinciden con los términos indicados en la lista sugiere que la ejecución de esta lista en todos los casos se hizo de memoria y no se utilizó como comprobación.

La lista de despegue distinguía comprobaciones a realizar antes del despegue, durante el despegue propiamente dicho con 6 puntos a realizar de memoria y otras comprobaciones posteriores. Las comprobaciones previas no se realizaron al completo y las posteriores no se realizaron en ningún caso. En las ocasiones en que se hicieron operaciones de grúa, el inicio de los despegues se produjo tras la confirmación del operador de grúa del estado de puerta cerrada y bloqueada. Esta confirmación debe darse también por el piloto no a los mandos y es el primer punto de la lista.

En comparación con las maniobras de grúa, en las que toda la tripulación estaba centrada en la maniobra, los despegues se utilizaron para valorar los problemas de las maniobras anteriores y para otros aspectos distintos del vuelo, como las comunicaciones con las embarcaciones. En el último despegue antes de tener la confirmación de puerta cerrada y bloqueada del operador de grúa, ya se estaba iniciando el despegue y desacoplando el FD, y el copiloto, inmediatamente notificado el despegue, se dedicó a las comunicaciones con la Salvamar. Esto indica precipitación por aprovechar al máximo el tiempo de vuelo y preparar el siguiente ejercicio, además de ser un síntoma más de priorización de las maniobras SAR con respecto al resto de fases del vuelo, a pesar de ser igualmente críticas por la cercanía al suelo.

### 2.1.4. *Análisis de los ascensos, desplazamientos y descensos*

Existía una lista de comprobación para los ascensos, vuelos nivelados y descensos (lista CLIMB/CRUISE/DESCEND). En el vuelo del accidente esta lista no se aplicó en ninguna fase del vuelo ni se hizo mención a ella. Las altitudes de desplazamiento fueron establecidas por el comandante en 500 ft para el traslado entre ejercicios, a excepción del último ascenso en que no fue comunicada ninguna intención.

Como conclusión, e independientemente de la forma en que estaban diseñadas las listas (punto 2.4), del análisis de las maniobras y la ejecución de las listas de verificación durante todo el vuelo se aprecia una priorización y centralización de la operación en la «misión SAR, en el salvamento» exclusivamente, entendida esta como los ejercicios de grúa, concediendo menos importancia al resto del vuelo. Esta forma de operar es fácilmente entendible por el tipo de actividad que es el vuelo SAR, donde el tiempo de reacción para llegar y realizar un rescate es crucial y puede marcar la diferencia entre sobrevivir o no. Esta cultura de la urgencia estaba tan interiorizada que incluso en los vuelos de entrenamiento trascendía la urgencia por llegar al barco y hacer las maniobras de grúa. Por este motivo se desatendían los tráficos, las comprobaciones o las listas. Se emiten varias recomendaciones de seguridad dirigidas al operador con objeto de inculcar la importancia de todas las partes del vuelo, no sólo la «misión o el salvamento en sí», en el entrenamiento de la ejecución exhaustiva de las listas de comprobación en cada una de las fases del vuelo, y en la formación sobre conceptos de cabina estéril para evitar realizar comunicaciones no relativas al vuelo, como por ejemplo con las embarcaciones de apoyo, en las fases críticas del vuelo.

### 2.1.5. *Análisis del último despegue y el descenso hasta el impacto*

El helicóptero EC-KYR impactó contra el mar en vuelo controlado y de forma inadvertida. Las acciones sobre los FTR del colectivo y cíclico y la actuación sobre el aviso principal de precaución MCL indican que el comandante actuó sobre los mandos de vuelo, hasta el momento del impacto, de forma deliberada y consciente y descarta actuaciones inadvertidas sobre los mandos. La ausencia de lesiones «de control» en los pilotos sugieren un impacto no esperado. Las últimas correcciones segundos antes del impacto sobre el colectivo y el cíclico no corresponden con una maniobra evasiva cuando una tripulación es consciente de un impacto inminente, ya que no fueron acciones bruscas (lo que se denomina coloquialmente «un tirón» de mandos). Por último, la ausencia de comentarios por parte de ninguno de los pilotos antes del impacto, corroboran que el impacto fue inadvertido por la tripulación.

El descenso del colectivo para disminuir el torque desde un 83% hasta un 30% en el momento del impacto tuvo como único objetivo descender y perder altitud, lo que indica que el comandante tenía una percepción errónea de la altitud a la que estaba.

Los instrumentos presentaban la información correctamente como se ha comprobado en la lectura de valores durante otros momentos del vuelo, por lo que se descarta cualquier error en la instrumentación que hubiese podido dar información errónea a la tripulación. Igualmente, la respuesta de los motores era coherente y consistente con las acciones de la tripulación en cabina hasta el momento del impacto descartando problemas en este sentido.

La trayectoria seguida con un rumbo constante que no fue variado, no corresponde a la esperada, en la que se debería haber iniciado el viraje una vez alcanzada una altitud de seguridad. El rumbo mantenido descarta también que se dirigiera al VOR de Almería.

En relación al ascenso hasta los 950 ft y el posterior descenso, no se ha podido determinar el motivo por el cual el comandante realizó tal decisión, aunque las acciones continuas sobre el FTR del colectivo y la transición tan suave indican que fueron acciones deliberadamente realizadas por el comandante para, al menos, detener el ascenso. Puesto que los desplazamientos durante el vuelo, incluso durante mayores distancias, se habían realizado a 500 ft, existe la posibilidad de que el comandante quisiese descender hasta 500 ft y desde allí iniciar la aproximación. Esta opción no se ha podido confirmar ya que en las comunicaciones registradas en la cabina no hay ningún comentario del comandante sobre la altitud que quería alcanzar tras el despegue. En cualquier caso, tanto si el objetivo era hacer el traslado a 1.000 ft como a 500, las acciones de bajada del colectivo para disminuir potencia y altitud que se realizaron durante todo el descenso hasta el momento del impacto son consecuencia de una percepción errónea de la altitud por parte del comandante que, en este caso, percibía que estaba más alto.

Las referencias externas de la tripulación en el ascenso y descenso eran completamente diferentes en iluminación a las del aeropuerto. El comandante era de la zona, veraneaba allí y había volado allí durante suficiente tiempo por lo que era perfectamente conocida para él. Además la petición de la lista BEFORE LANDING, que se realiza antes de la aproximación, descarta que el comandante se hubiese confundido y pensara que estaba aterrizando. Las velocidades de aproximación para el aterrizaje son completamente distintas a las que llevaba la aeronave, y la tendencia no era la de disminuir la velocidad para la toma sino la contraria.

Se han descartado errores de percepción debido a la utilización de focos y debido a las aceleraciones. La utilización de focos sobre superficies que se mueven, como campos con cereal alto o el mar, pueden generar falsas sensaciones de altitud, pero se hubiesen producido durante las maniobras de estacionario y no a los 2 minutos. Las aceleraciones pueden producir en el oído sensación de ascenso por un proceso fisiológico de orientación en el oído. En este caso, había transcurrido mucho tiempo desde el ascenso, por lo que si hubiese aparecido un fenómeno de este tipo se habría manifestado mucho antes.

La forma en que se hizo la transición entre el ascenso y el descenso y la estabilidad del helicóptero explican que ninguno de los otros ocupantes del helicóptero notara el descenso y el cambio de tendencia entre ascenso y descenso, lo que coincide con la declaración del superviviente.

Respecto a la comprobación de instrumentos, las referencias a «tres verdes» y la modificación de la presión con el QNH para la toma en Almería, indican que el comandante en el ascenso estaba comprobando los instrumentos. A partir de este momento, no se ha podido determinar si utilizaba referencias externas o de instrumentos ya que no hay ninguna comprobación adicional a ningún parámetro de vuelo. Un minuto antes del impacto, comprobó la hora, pero no se ha podido identificar si lo hizo en su reloj de pulsera o en el reloj/cronómetro del helicóptero.

En cuanto al copiloto, en el inicio del ascenso parece no reconocer lo que estaba haciendo el comandante «tienes el heading puesto» (copiloto) «no tengo nada. Uno, dos, tres» (comandante) por lo que inmediatamente decidió comunicarse con la embarcación. A partir de este momento, se centró en las comunicaciones radio que le ocuparían casi todo el vuelo restante. En un momento del descenso, se identifica claramente que el copiloto cogió las listas, buscó la BEFORE LANDING y empezó a leer el primer punto. No realizó ninguna supervisión o monitorización de los instrumentos de vuelo.

Los avisos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET que aparecieron los últimos 6 segundos antes del impacto, fueron reconocidos por el comandante porque apagó el aviso visual de precaución, lo que significa que los oyó. Sin embargo el efecto de estos avisos no fue efectivo, en el sentido de que no fue consciente de la altitud a la que estaba y el régimen de descenso al que iba (-1.600 ft/minuto), y las acciones sobre los mandos no fueron lo drásticas que hubiesen sido necesarias.

La exposición repetida a un estímulo, sea del tipo que sea, disminuye la capacidad de respuesta, produciéndose el efecto de habituación<sup>42</sup>. En este caso, los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET no consiguieron alertar a la tripulación de la situación en la que estaban por un efecto de habituación ya que era la 12.<sup>a</sup> vez que sonaban en el vuelo. Si bien es cierto que las últimas actuaciones del comandante modificaron la tendencia, disminuyendo el régimen de descenso de -1.600 ft/minuto a -250 ft/minuto, parecen responder a una conducta aprendida o condicionada por la cantidad de veces que había sonado este aviso anteriormente, pero no una reacción ante un impacto inminente.

Las acciones del comandante de reconocer la hora un minuto antes del impacto, interpretar lo que veía en el reloj, recordar la categoría de la aproximación y proyectar

---

<sup>42</sup> La habituación a un estímulo de cualquier tipo disminuye la capacidad de respuesta porque decrece la función sensorial ante una elevación del umbral absoluto. Una vivienda ruidosa, por ejemplo, deja de serlo a lo largo del tiempo por habituación.

en el futuro la necesidad y la capacidad por tiempo de desplazamiento para repostar a la llegada, descartan una pérdida completa de conciencia de la situación en el comandante. Todo lo anterior no permite concluir cual sería la intención del piloto, pero no era la de aterrizar, existiendo muestras de que estaba afectado por una percepción errónea de la altitud.

### Causas de la percepción errónea de la altitud

Las actuaciones para perder altitud, a pesar de estar descendiendo, se debieron a que el comandante tenía una percepción errónea de la altitud, en este caso, la percepción de estar a mayor altitud de la que realmente estaba. Las causas que provocaron esta percepción errónea fueron:

- Una ilusión visual generada por utilizar referencias externas, o
- Una interpretación errónea de la información de los instrumentos de vuelo, o
- Una combinación de ambas.

La utilización única y exclusiva de referencias visuales externas volando sobre el mar, que es un terreno sin rasgos, y de noche es un ejemplo claro de estímulo ambiguo que puede generar una percepción errónea. Las referencias externas que tenía la tripulación permitían distinguir el horizonte y cambios en alabeo, pero no obtener un valor de altitud y menos aún percibir pérdidas de altitud inadvertidas. Es decir, que si sólo se utilizaron referencias externas, es altamente probable haber tenido una percepción errónea de la altitud. En este sentido hay que considerar que si ésta hubiese sido la causa, el comandante habría estado durante el último minuto de vuelo «mirando fuera» y sin comprobar ningún instrumento, lo que es mucho tiempo para un piloto de su experiencia. En cuanto al copiloto, en la última fase del vuelo se encontraba con la lista BEFORE-LANDING y había enunciado el primer punto de la lista lo que indica que la había cogido y la estaba leyendo. Tras esta acción, se dedicó a las comunicaciones con la torre de control.

La segunda causa posible de interpretación errónea de los instrumentos podría producirse en caso de que no hubiese completado el chequeo cruzado de los instrumentos, o habiéndolo hecho parcialmente, hubiese distorsionado dicha información para hacerla coincidir de forma inconsciente con sus expectativas en aquel momento y, como consecuencia, interpretar la altura a la que creían estar y no a la que realmente indicaban los instrumentos. El comandante conocía la zona y tenía experiencia de vuelo allí, por lo que tendría sus esquemas mentales con unos valores de altitud a los que debían estar. Por otra parte, el régimen de descenso hizo que la información de la proximidad al terreno, es decir, la aparición del color marrón en los dos indicadores de altitud, apareciese muy tarde y muy próxima al impacto,

Ninguna de las dos causas, o la combinación de ambas, ha podido ser confirmada con la información disponible del accidente.

El estado en que la tripulación de vuelo llegó a los dos últimos minutos del vuelo se analiza en el apartado 2.2.2, y tiene que ver con la fatiga producida por una sobrecarga de trabajo durante el vuelo. Además, se considera de posible influencia en el desarrollo de esos dos últimos minutos de vuelo el cambio de situación que se produjo:

1. Cambiaron las condiciones de luz: durante diez minutos el comandante estuvo mirando una luz intensa y focalizada que al finalizar los ejercicios se apagó y se volvió a la oscuridad de la noche y de la cabina de vuelo. Estos cambios pudieron favorecer una disminución en la vigilancia.
2. Cambiaron las exigencias de la tarea: se pasó de una tarea muy demandante a una tarea rutinaria y poco demandante (el vuelo de regreso), lo que pudo producir una disminución de la atención.

Estos tres factores, fatiga, disminución de la luz y disminución de la demanda, favorecen la reducción de los niveles de alerta y atención y, por lo tanto, aumentan la probabilidad de sufrir errores en la percepción.

## 2.2. Aspectos relacionados con la tripulación

### 2.2.1. *Análisis cualitativo de las comunicaciones en cabina*

El ambiente en cabina era de armonía, cordialidad y respeto mutuo generado por el comandante con expresiones como «¿estáis de acuerdo?» y dirigiéndose a cada miembro de la tripulación por su nombre propio. Se apreciaba la motivación de la tripulación para sacar el máximo aprendizaje del vuelo, tanto por parte del copiloto como por parte del comandante: se repitió el primer ejercicio y se apagaron las luces de la Salvamar para hacer el ejercicio más realista.

Los papeles que asumió la tripulación en el vuelo fueron de instructor y alumno más que de comandante y copiloto. Tanto el comandante como el operador de grúa querían ayudar al copiloto a aprender. Las continuas preguntas del copiloto hacia el comandante y la frase del comandante «vamos a hacer una clase de básicos ¿eh?» indican un deseo claro de aprender por parte del copiloto y de enseñar por parte del comandante. El comandante, que había sido instructor anteriormente, intentó enseñarle y utilizó recursos utilizados en enseñanza como es el modelaje, diciéndole cómo haría él la maniobra. Esto es un tipo de lenguaje indirecto que indica lo que se tiene que hacer sin dar una instrucción explícita.

Se apreciaban dificultades en las habilidades de vuelo del copiloto en las maniobras realizadas por él como piloto a los mandos (en el primer despegue el comandante le tuvo que indicar «no te pases, todavía no tienes tres verdes»). La elección errónea del viento en el primer ejercicio y la realización de los estacionarios en manual aumentaron las dificultades. Las continuas justificaciones y explicaciones del copiloto después de cada

maniobra pueden indicar un cierto sentimiento de frustración e inseguridad. Durante el tiempo en que el comandante fue piloto no a los mandos, se encargó en todo momento de monitorizar y dar instrucciones al copiloto. Esto supuso una sobrecarga de trabajo para el comandante y cierta frustración para el copiloto, que tenía ganas de aprender y le hizo más consciente de sus limitaciones.

Durante las maniobras en las que el comandante fue piloto a los mandos, realizó funciones propias del copiloto, adelantándose a sus acciones. Las comunicaciones indirectas del copiloto hacia el comandante como «lo hago yo si quieres» son muy frecuentes en copilotos por el efecto de la posición jerárquica en cabina<sup>43</sup>. Esto da una idea de la ascendencia que tenía el comandante sobre el copiloto, ya que en estas situaciones el comandante es el que tiene el conocimiento y reduce el propio criterio del copiloto.

La utilización de frases por parte del comandante como «tu mandas» seguidas de acciones contradictorias realizando él mismo tareas que eran competencia del copiloto, y en muchas ocasiones sin comunicarlas, son consecuencia de no poder resolver dos deseos contradictorios: por una parte dar autonomía y confianza al copiloto y por otra controlar todos los aspectos del vuelo por no confiar demasiado en las habilidades y conocimientos del copiloto<sup>44</sup>. Esta situación en la que el comandante asumió sus funciones y gran parte de las del copiloto le debieron llevar a utilizar más recursos cognitivos de los que hubiese requerido otro vuelo de entrenamiento.

El copiloto perdió la conciencia de la situación en tres ocasiones: 15, 10 y 2 minutos antes del impacto. El copiloto comunicó al comandante su desconcierto («no sabía que estabas haciendo, estaba un poco...» «no sé dónde has cambiado de... pero estamos en cola al viento, estamos con el viento por la derecha...»), pero no lo hizo con suficiente firmeza, quizás porque dudaba de su propio criterio ante un comandante experto o porque quería mantener esa relación de cordialidad que tenía con él antes y en el propio vuelo. Esta situación pudo producir frustración sobre todo cuando la persona está motivada y tiene deseo de aprender. No obstante el copiloto hizo el esfuerzo y consiguió situarse de nuevo. En el último despegue, el copiloto tuvo problemas para seguir las acciones del comandante («tienes el heading puesto» «No tengo nada. Uno, dos, tres») y, como consecuencia, decidió centrarse en las comunicaciones radio.

El comandante también quería aprovechar el vuelo para aprender y automatizar acciones: «para qué habré pensado yo, si es que es mejor no pensar. Estas cosas son automáticas, cuando las pensamos...» Era consciente de la utilidad de automatizar acciones e indicaría que él aún no las había automatizado por falta de entrenamiento. Se apreciaban problemas y falta de familiaridad con los términos marítimos.

---

<sup>43</sup> Ute Fischer y Judith Orasanu. Georgia Institute of Technology: NASA Ames Research Center.

<sup>44</sup> Los pilotos expertos que han volado con pilotos inexpertos y los instructores saben que esta contradicción no es fácil de resolver y mucho menos aún si, como en este caso, existe un deseo de ayudar. Dentro de la formación CRM se incluye la gestión de conflictos, en la que se dan pautas para aprender a resolver este tipo de conflictos.

Cuando subieron al rescatador y finalizó el ejercicio, las comunicaciones en cabina cambiaron. Se apreció un tono de voz menos activo en el comandante, más apagado y la comunicación de intenciones disminuyó.

### 2.2.2. *Fatiga de la tripulación: análisis de errores y carga de trabajo*

Cometer errores es algo frecuente, según demuestra el programa LOSA (line operations safety audit) por lo que lo importante es saber detectarlos para gestionarlos. A lo largo del vuelo se produjeron 16 errores por parte del comandante, de los cuales identificó y gestionó 10: todos los errores de habilidades<sup>45</sup>, 6 de los 8 errores de reglas<sup>46</sup> y 2 de los 6 errores de conocimientos<sup>47</sup>.

Para la detección de errores de habilidades se precisa menos atención y recursos cognitivos que para detectar errores de conocimientos. La tabla 4 muestra que a medida que los errores requerían mayor atención, la capacidad del comandante para detectarlos era menor. Puesto que la atención se ve afectada directamente por la fatiga<sup>48</sup>, que cuanto más automatizada está una tarea menos atención requiere y que con el transcurso del vuelo disminuyó el número de errores detectados, se considera que los errores de este tipo no gestionados pudieran estar indicando fatiga, y además que estaban requiriendo un esfuerzo mental adicional por no estar aún automatizados debido posiblemente a que no habían sido suficientemente entrenados ni corregidos.

Tipo de error	Número de errores	Número de errores gestionados
De habilidad	2	2 (100%)
De reglas	8	6 (75%)
De conocimientos	6	2 (33%)

**Tabla 4.** Número y tipo de errores cometidos por el comandante

<sup>45</sup> Las acciones realizadas en base a las habilidades (Rasmussen, 1983) son aquellas que están muy automatizadas por efecto de la práctica. Se llevan a cabo con un bajo nivel de conciencia y atención y, por lo tanto, son muy económicas en recursos cognitivos. Ejemplo de este tipo de acciones es volar manteniendo una altura.

<sup>46</sup> Las acciones realizadas en base a reglas (Rasmussen, 1983) son aquellas que se realizan en base a reglas, necesitan un mayor control consciente y requieren más recursos cognitivos que las acciones realizadas en base a habilidades. Un ejemplo de este tipo de acciones es aplicar un procedimiento.

<sup>47</sup> Las acciones realizadas en base a los conocimientos (Rasmussen, 1983) son aquellas que se realizan con reglas nuevas que se construyen con lo aprendido y memorizado. Son muy costosas en recursos mentales, precisan de un elevado nivel de atención y, en situaciones de fatiga, son las primeras que se deterioran. Un ejemplo de este tipo de acciones es combatir una emergencia o tomar decisiones en situaciones no conocidas.

<sup>48</sup> Los síntomas de la fatiga son de distinto orden: físico (quedarse dormido, dar cabezadas, frotarse los ojos, bostezar, falta de coordinación, dolores de cabeza), mental (aumento del número de errores, dificultad para tomar decisiones y mantener atención o lapsus por deterioro en la memoria de trabajo como seleccionar una altura por otra o confundir una palabra por otra) y conductuales (irritabilidad, enfado o desgana).

Con fatiga se deteriora más la toma de decisiones que las habilidades de vuelo, ya que las primeras requieren mayor atención y recursos que las segundas. Los pilotos fatigados tienen más dificultad para poner en práctica los procedimientos, tardan más tiempo en llegar a conclusiones y toman decisiones más conservadoras (Universidad de South Australia, Adelaide).

El vuelo durante los últimos dos minutos con transiciones suaves que no fueron detectadas por el resto de tripulantes, indica que el comandante mantuvo las habilidades de vuelo hasta el impacto. Las habilidades automáticas, como requieren menos carga de trabajo y menos atención, están menos afectadas por la fatiga. Por el contrario, la no iniciación del viraje de regreso a Almería, que es una decisión y que requiere mayor atención y carga de trabajo, podría ser un síntoma mental de fatiga, al igual que el descenso previo. El bostezo, la imposibilidad de terminar palabras y la disminución en la energía y en el tono de voz del comandante durante los dos últimos minutos de vuelo pudieran indicar también síntomas físicos de fatiga motivados por las causas que se describen a continuación.

En base al análisis del CVR, de las maniobras durante el vuelo y de los antecedentes del vuelo, se han identificado los siguientes factores que muestran la carga de trabajo tanto en el comandante como en el copiloto:

Comandante:

- La atención que necesitan los ejercicios SAR durante más de dos horas de vuelo.
- Trabajo nocturno en el mar a baja altitud con cambios de visual a instrumental y cambios de luz a oscuridad que requieren de un esfuerzo de concentración.
- Elevada exigencia profesional para aprovechar al máximo la oportunidad del entrenamiento haciendo los ejercicios completos, repitiendo ejercicios, buscando las condiciones de luz más reales posibles y la realización de la mayor parte del vuelo en manual.
- Saturación de tareas: papel de comandante, parte del papel de copiloto al asumir algunas de sus tareas y actuación como instructor para compensar la falta de entrenamiento del copiloto.
- Asimetría en la carga de trabajo en cabina: a la demanda de la propia misión y operación se añadió la ocasionada por la distribución desigual de la carga de trabajo en cabina que llevó al comandante a hacerse cargo tanto de las operaciones de grúa como de una gran parte del propio vuelo, tanto en las fases en que actuaba como piloto a los mandos como en las que no.
- Vigilancia de las acciones y comunicaciones del copiloto: el comandante delegaba o alentaba al copiloto a que realizase las acciones y decisiones correspondientes a su función pero mantenía al mismo tiempo el control, la supervisión y la monitorización, tanto siendo piloto a los mandos como no a los mandos, debido probablemente a no haber podido resolver el conflicto entre su deseo de favorecer el aprendizaje del copiloto y al mismo tiempo no tener completa seguridad y confianza en sus habilidades.
- La gestión de los recursos de la tripulación que no había sido entrenada para este helicóptero.
- La falta de formación y desconocimiento de la terminología marítima que les requería poner más atención de la que hubiera sido necesaria tanto para comunicar como para dar instrucciones a la embarcación.

9. Responsabilidad emocional para ayudar al copiloto a mejorar sus capacidades de vuelo y mantener su buena relación.

Copiloto:

- La atención que necesitan los ejercicios SAR durante más de dos horas de vuelo.
- Trabajo nocturno en el mar a baja altitud con mínima experiencia.
- Realización de la primera parte del vuelo en manual como piloto a los mandos con una orientación errónea respecto al viento que requirió esfuerzo adicional para mantener el helicóptero en la posición y altitud requerida.
- Elevada exigencia para aprovechar al máximo el vuelo de entrenamiento.
- Falta de entrenamiento y experiencia en este helicóptero y muy baja en SAR nocturno que le exigían mantener un nivel de atención muy por encima del que un vuelo de estas características requeriría a un experto.
- Desconocimiento de la terminología marítima unido a tener que comunicarla en un idioma ajeno a su lengua materna.
- Esfuerzo para seguir algunas partes del vuelo cuando el comandante hacía tareas que le correspondían a él tanto siendo piloto a los mandos como no a los mandos.
- Esfuerzo por mantener comunicaciones fluidas y la mejor comprensión de los mensajes de cabina y de control en castellano<sup>49</sup>.
- Esfuerzo emocional por mantener una buena relación personal y profesional con un comandante que era muy valorado por él, del que tenía expectativas de mayor autonomía y ayuda para aprender. Este aspecto emocional puede que le impidiera expresar sus criterios con más contundencia.

### 2.2.3. *Entrenamiento y experiencia de la tripulación*

Se considera que el comandante tenía alta experiencia en vuelo de helicópteros, suficiente en el AW139 y escasa en SAR nocturno. El copiloto tenía experiencia media en vuelo de helicópteros, escasa en AW139 y muy reducida en vuelo instrumental y SAR nocturno.

La formación básica (el curso SAR) que reciben los pilotos para ser tripulante SAR necesita complementarse con entrenamiento constante para que las tripulaciones adquieran habilidades básicas de vuelo en cada modelo de helicóptero y además se entrenen en las maniobras SAR específicas de la operación, que son de gran complejidad. El entrenamiento permite automatizar tareas con lo que las tripulaciones sufren menos fatiga y tienen los mayores recursos cognitivos disponibles para enfrentarse a contingencias propias de la operación.

---

<sup>49</sup> A pesar de que hablaba con fluidez en castellano, tenía dificultades con las preposiciones, con los adverbios de lugar relativos a la posición del barco: «*ahí, próximo enfrente*» y con el uso de los artículos indeterminados. Uso del verbo ser por estar y del modo indicativo cuando debía usarse el subjuntivo, etc.

A pesar de que los mínimos de entrenamiento SAR se habían cumplido, la actividad durante los tres últimos meses del comandante y copiloto se considera muy reducida. Las dificultades del copiloto en habilidades básicas del vuelo, las dificultades de la tripulación en cuanto a la utilización de términos marítimos o la expresión del comandante «tomo yo ¿eh? que hace mucho que no tomo» son claros indicativos de falta de formación y entrenamiento. Una media de 25 horas cada tres meses se considera insuficiente para mantener habilidades tan específicas como las que requiere la actividad<sup>50</sup>.

El número de horas de entrenamiento viene condicionado por el presupuesto asignado por SASEMAR al contrato de salvamento marítimo. Por este motivo se emite una recomendación a SASEMAR para que tome las medidas necesarias, desde el punto de vista presupuestario, para incrementar el número de horas de entrenamiento de las tripulaciones SAR.

Además de la necesidad de un mayor entrenamiento de las tripulaciones, se recomienda al operador INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE que modifique la planificación del entrenamiento disminuyendo la duración de los ejercicios y aumentando el número de días de entrenamiento, para asegurar un entrenamiento más continuo de las tripulaciones.

Otro aspecto importante se refiere al tipo de formación que reciben las tripulaciones. La actividad SAR es una actividad con una elevada necesidad de coordinación entre los miembros de la tripulación, donde es fundamental el reparto de tareas claro y eficaz, que precisaría formación específica y adecuada en operaciones multi-piloto (CRM y MCC). Se emite una recomendación de seguridad, tanto a SASEMAR como al operador, para requerir que las tripulaciones SAR reciban formación adecuada para cabinas politripuladas.

### **2.3. Aspectos relacionados con la aeronave**

Las inspecciones de la estructura y de los motores han descartado problemas relacionados con estos elementos como factor de influencia en el accidente. La respuesta de los motores a los mandos de vuelo era coherente.

El impacto se realizó con velocidad y los daños estructurales eran consistentes y esperados en un impacto de alta energía. Por este motivo el sistema de flotación, que evita el hundimiento del helicóptero y que está diseñado para un amerizaje previsto, no funcionó.

---

<sup>50</sup> En términos absolutos son pocas horas de entrenamiento. En términos relativos, el operador SAR consultado tiene más del doble de horas de entrenamiento por base.

### **Radiobaliza de emergencia**

La radiobaliza de emergencia de la aeronave se expulsó como consecuencia del impacto, de acuerdo a los criterios de diseño pero no emitió ninguna señal de emergencia. Quedó dañada durante el impacto y no funcionó correctamente. A pesar de que el helicóptero tenía 6 balizas de emergencia más (las 4 personales y las dos de las lanchas salvavidas) la ELT era la única que se debía activar automáticamente por lo que su correcto funcionamiento es crucial desde el punto de vista de la supervivencia. En este caso, la cercanía a la costa, las últimas trazas radar, las balizas activadas por el superviviente y las bengalas permitieron su localización de forma rápida. La importancia del correcto funcionamiento de las ELT en los aspectos de supervivencia tras un accidente aéreo hace necesario emitir una recomendación de seguridad al certificador del equipo, EASA, con objeto de que revise las pruebas de funcionamiento de sus radiobalizas de emergencia en caso de impactos en las condiciones en que se produjo el accidente del EC-KYR.

### **Seguimiento y resolución de discrepancias**

El estado de resolución y seguimiento de las discrepancias de la aeronave EC-KYR ha puesto de manifiesto varios aspectos relacionados con el mantenimiento de la aeronave.

Las discrepancias se mantenían sin resolver desde hacía 2 meses. Dos de las discrepancias afectadas por la MMEL (que aunque no es de obligado cumplimiento era una referencia utilizada por el operador) estaban relacionadas con la aeronavegabilidad: la posibilidad de quedarse sin luces en cabina durante el vuelo y realizar el vuelo con una pantalla inoperativa. La primera debería haberse resuelto el 14 de diciembre y desde entonces se estuvo operando a pesar de no estar resuelta. El parpadeo de la pantalla MFD del copiloto, si bien no había sido reflejado con la palabra «inoperatividad», la realidad de la operación era que los pilotos operaban, tanto en el vuelo del accidente como en los anteriores, apagando esta pantalla y esta situación estaba prohibida para el vuelo nocturno. Es decir, las condiciones de la aeronave EC-KYR el día del accidente no permitían la operación de acuerdo con la MMEL. Esta discrepancia, además, estaba afectada por el propio manual de vuelo, que, incluso aunque se hubiese apagado en vuelo la pantalla, obligaba a que el copiloto pasara los mandos al comandante. El ejercicio debería haberse cancelado ya que el copiloto no podía volar con una de las pantallas apagadas.

La tercera discrepancia relacionada con el aviso acústico asociado a la altitud de decisión DH, pone de manifiesto dos aspectos. Por un lado, el hecho de que esta discrepancia funcionara indica una falta de seguimiento y control del estado de la aeronave y una falta de comunicación por parte de las tripulaciones de los problemas que se encuentran a bordo. Por otra parte, si bien este aviso acústico no está referenciado en la DH por estar asociado a una determinada versión del software, se considera que es un aviso de especial importancia en operaciones SAR. Esta condición debería cancelar

la operación SAR y debería estar contemplada como un requerimiento operativo sin el cual no se debería operar. Con este objetivo se emite una recomendación de seguridad para que se desarrolle una lista con el equipamiento mínimo necesario para realizar operaciones SAR.

Por último, se emiten otras dos recomendaciones para que se revisen los tiempos de resolución de discrepancias y que éstas se ajusten al estado real de las aeronaves.

### Utilización de las ayudas del helicóptero

El análisis del vuelo del accidente ha mostrado una infrautilización de las ayudas técnicas con que contaba el helicóptero para prevenir pérdidas de altitud inadvertidas, en concreto respecto a la utilización de la altitud de decisión, de los modos SAR, de las altitudes de trabajo que generan avisos innecesarios y de los modos del FD del colectivo:

- Altitud de decisión DH: La tripulación no realizó ningún comentario cuando en la primera aproximación funcionó este aviso acústico que, en principio, debía estar inoperativo. Esta reacción indica que se habían acostumbrado a operar sin esa ayuda y que además la importancia que le concedían era mínima. En ningún momento del vuelo la selección de la DH respondió a la establecida en las listas. La DH no se utiliza en todas las fases del vuelo, como indica su falta de inclusión en las listas de SAR DEPARTURE. Y por último se utilizó el término DH para referirse a otros conceptos como baro-altitud o modos del FD y modos SAR. De esta información se concluye la escasa importancia que se concedía a esta ayuda, de vital importancia para las operaciones a baja altitud.
- Modos SAR: La no utilización de los modos SAR en los ejercicios, y la preferencia a realizarlos en modo manual, llevó a que durante el vuelo sonasen doce veces los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET con el consiguiente efecto de habituación que produjo. La operación con los modos SAR TDH y MOT inhibe el aviso de LANDING GEAR, entre otras cosas para no molestar a las tripulaciones y consigue que este tenga mayor efecto y aparezca cuando realmente existe una condición de peligro.
- Elección de altitudes de trabajo: en el vuelo del accidente, la selección de la altitud de trabajo en uno de los ejercicios fue de 150 ft, lo que llevó a que el aviso de ONE FIFTY FEET apareciese 8 veces seguidas. Si bien este aviso no se puede inhibir (salvo actuando sobre el interruptor AWG), para evitar el efecto de saturación y que tuviese el efecto de alerta deseado, sería conveniente evitar estas altitudes de trabajo cuando no sean estrictamente necesarias.
- Modos del FD asociados al colectivo (función «fly up»): la utilización de los modos del FD que llevan asociado el control sobre el colectivo tienen una función de seguridad asociada que automáticamente impide que el helicóptero descienda hasta el suelo. Esta ayuda es de gran importancia y debería ser utilizada en cualquier fase del vuelo, siempre que sea posible. Cuando el vuelo se hace en manual, es decir,

desacoplando el FD del piloto automático, esta protección desaparece. La lista a bordo de la aeronave incluía la selección del FD en reserva («standby») con lo cual esta función, en todos los despegues, quedaba inoperativa.

La infrautilización de todas las posibilidades de que disponen los helicópteros son un síntoma de la cultura de seguridad en las operaciones, como se analizará en el apartado 2.4 por lo que se emite una recomendación al operador con objeto de asegurar que se aprovechan todas las capacidades técnicas que ofrecen los helicópteros y que permiten realizar las operaciones SAR de una forma más segura.

### 2.4. Aspectos relacionados con el operador

La documentación analizada del operador ha permitido identificar discrepancias tanto formales como de contenido graves entre las distintas versiones de los MOE SAR disponibles en las bases, en la dirección de INAER y en SASEMAR.

La primera discrepancia corresponde al nombre de la empresa que figura en los manuales, en algunos consta como HELICSA y en otros como INAER, pero en ningún caso INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE. Estas discrepancias evidencian una falta de supervisión por parte de las autoridades. Existen errores en la numeración de páginas, diferencias entre el índice y el texto desarrollado y sugieren una falta en el control de calidad de la documentación.

Las discrepancias en cuanto a contenido afectan, como demuestra el caso del accidente, a la realidad de la operación SAR y en las condiciones en que se realizaba. El objetivo del MOE SAR es reflejar cómo se realizan las operaciones y deben servir de guía de referencia para que todas las operaciones sigan los mismos estándares de seguridad. La formación SAR está basada en el MOE SAR por lo que este manual debe reflejar fehacientemente la forma de operar.

En el momento del accidente no existían procedimientos operativos SAR para el helicóptero AW139, a pesar de que se llevaba varios años operando con este modelo de helicóptero. En ninguna de las copias analizadas del MOE SAR estaban incluidos estos procedimientos y la tripulación utilizaba unos genéricos que no correspondían a las capacidades técnicas del helicóptero EC-KYR.

Los problemas que se han identificado en estructura y contenido en el MOE SAR se consideran deficiencias graves en cuanto al diseño, contenido, revisión y adaptación del MOE SAR a la realidad de la operación SAR en general y en concreto inexistente para la del AW139, y son objeto de una recomendación de seguridad:

- No permitía una identificación y búsqueda fácil y clara de los procedimientos a seguir, ya que había procedimientos en los capítulos 2, 5, anexo A y anexo B.

- Sólo identificaba los procedimientos de aproximación a estacionario, el resto de procedimientos SAR no constaban.
- El procedimiento de despegue estaba incluido en el texto pero no se había extraído en una lista. Esto indica el grado de importancia que se le concede a esta fase del vuelo.
- Los procedimientos de emergencia estaban incluidos en un capítulo dedicado a definiciones y regulaciones operativas.
- El texto hacía referencias a nombres de procedimientos que luego no existían (ejemplo lista AFTER TAKE OFF).
- El manual establecía una serie de comprobaciones por el copiloto en el despegue que no se ejecutaban en la realidad y no correspondían a las incluidas en la lista de comprobación.
- La identificación de las listas a bordo de la aeronave no correspondían ni siquiera en nombre a su identificación en el MOE SAR: SAR APPROACH por SEA APPROACH.
- La forma de realizar las maniobras descritas en el MOE SAR no coincidía en cuanto a velocidades, altitudes y distancias en uno de los puntos que se comprueban en la lista de comprobación.
- Las altitudes de decisión no coincidían en distintas partes del texto del MOE SAR y tampoco con las de las listas.
- El contenido de las comprobaciones y «call-outs» no coincide en el texto del MOE SAR con las listas.

Todas las versiones del MOE SAR que se han analizado muestran problemas de la misma índole de las descritas, con discrepancias graves en contenido y forma, ausencia de procedimientos específicos y adaptados a la realidad y capacidades técnicas de las aeronaves o falta de uniformidad en los procedimientos partiendo desde cosas tan básicas como es su diferente identificación.

Las listas de verificación obtenidas del operador muestran también problemas de control y distribución y adaptación de la documentación a las capacidades técnicas de las aeronaves. Existían varias versiones de la misma lista con incongruencias respecto a las pautas establecidas en el MOE SAR. Por un lado, la versión de las listas a bordo tenía una fecha de dos versiones anteriores a la última editada en el momento del accidente y, por otro lado, era una lista que no incluía las capacidades técnicas de la aeronave EC-KYR.

Entre los aspectos más graves se encuentra el hecho de que la lista de SAR DEPARTURE obligue a la desconexión del FD antes del despegue, siendo esta una de las ayudas que hubiesen evitado el descenso hasta el mar del helicóptero.

El diseño de las listas SAR (SAR APPROACH y SAR DEPARTURE) no responde al objetivo para el que están diseñadas las listas de verificación y que es configurar la aeronave adecuadamente. No corresponden a fases concretas del vuelo, sino que comprenden varias fases del vuelo. La lista SAR APPROACH comprende 21 puntos de verificación,

que no están numerados, y que deben ser interrumpidos tres veces. La lista SAR DEPARTURE comprende 18 puntos y tampoco están numerados. La aplicación de la lista completa requiere una extensión en tiempo y distancia que hace imposible su ejecución completa y sin interrupciones.

Las listas están redactadas y enunciadas en inglés, con call-outs en inglés que no coinciden con los nombrados en el MOE SAR, y utilizan terminología diferente según el documento que se utilice. De hecho, las comunicaciones en cabina durante el vuelo del accidente, muestran la utilización de diferentes nombres, a veces en español, a veces en inglés (prelanding-pretoma-before landing o tráfico a un barco-aproximación a estacionario) que indican la falta de uniformidad y adaptación de las listas a la realidad de la operación.

El contenido del programa del curso teórico SAR no correspondía a la realidad de la organización en el momento del accidente, como muestra el índice del manual SAR que no es el mismo que el de ninguna de las versiones del MOE SAR analizadas en la investigación, y que, aunque el programa contiene el estudio de los procedimientos SAR para el AW139, estos procedimientos no estaban desarrollados. En los programas de formación tampoco se menciona una formación específica respecto a los modos SAR.

El MOE SAR en los apartados 2.3.1 y 6.1, sobre formación, establece criterios algo confusos en cuanto a la formación necesaria para ser tripulante SAR, requiriendo en unos casos la realización de vuelos bajo supervisión y en otros no. De hecho, del comandante sí que existe constancia de vuelos bajo supervisión pero del copiloto no.

Una vez se recibe el curso SAR no existen más cursos de refresco o evaluaciones de habilidades SAR de cada tripulante y de la operación en sí, con lo cual el aprendizaje se realiza en el trabajo diario y en los entrenamientos. Los vuelos de entrenamiento no están supervisados o evaluados por nadie, más allá de los debriefings que realiza la tripulación. En el vuelo del accidente la tripulación hizo parte de los debriefings en momentos del vuelo donde debería estar ejecutando las listas de comprobación.

Esta situación no permite al operador conocer el nivel de capacitación de sus tripulaciones y el nivel de seguridad con el que se hacen las operaciones. Son las propias tripulaciones las que se encargan de cubrir o suplir estas necesidades de formación y supervisión en los propios vuelos. Los vuelos de entrenamiento deberían ser un entrenamiento para todos los miembros de la tripulación y para poderlos hacer más eficaces deberían ser evaluados por una persona externa a la tripulación. Los debriefings que realizan las tripulaciones son muy útiles en este sentido pero requieren de técnicas y habilidades específicas que deben aprenderse. Las tripulaciones como parte implicada en la operación, generalmente no son los más adecuados para autoevaluarse. Por este motivo, para que los ejercicios de entrenamiento sean más eficaces y supongan un entrenamiento para todos los miembros, se emite una recomendación de seguridad.

La formación que se proporciona y se exige a los pilotos para operaciones SAR es la de la habilitación de tipo para un solo piloto. Sin embargo, aunque el helicóptero está certificado para un solo piloto, la operación SAR es una operación multi-tripulación. De hecho, el manual de vuelo de la aeronave define la tripulación mínima para operaciones SAR en dos pilotos. La operación requiere de una continua coordinación, supervisión y distribución clara de tareas por parte de toda la tripulación, por lo que se considera necesario emitir una recomendación sobre la formación completa en operaciones multi-tripulación para las operaciones SAR.

La operación es propensa a asumir riesgos en aras del rescate, por lo que se deberían tener identificados los riesgos de la operación, para poder conocerlos, asumirlos y gestionarlos. Por la naturaleza de las operaciones SAR se considera necesario recomendar la implementación de un sistema de gestión de la seguridad (SMS) para las operaciones SAR.

## **2.5. Aspectos relacionados con el regulador**

No existe regulación específica en España para las operaciones SAR. Se encuentran encuadradas dentro de los trabajos aéreos como una actividad más. Se emiten recomendaciones dirigidas al regulador para que elabore, como han hecho otros países, normativa adecuada a las características especiales de la operación SAR. En concreto respecto a la necesidad de la formación y entrenamiento en operaciones multi-piloto para realizar operaciones SAR, requisitos de competencia lingüística, necesidad de implementación de un SMS en los prestadores de servicios SAR y establecimiento de una normativa similar a la que existe para pilotos de transporte sobre licencias y entrenamiento JAR-OPS subpartes N y O.

Los requisitos para la realización de operaciones SAR en España se imponen a través de las condiciones que establecen los pliegos de prescripciones técnicas de SASEMAR. En este sentido, se considera que estos requisitos deberían contemplar los aspectos recogidos en este análisis y que, además, debería incrementarse la función de seguimiento y control por parte de SASEMAR sobre la forma en que se está prestando el servicio por parte del operador. Se emiten recomendaciones de seguridad que recogen estos aspectos.



### 3. CONCLUSIÓN

#### 3.1. Conclusiones

##### Utilización de la lista SAR APPROACH

- En ninguna de las aproximaciones se ejecutaron todos los puntos de la lista.
- El porcentaje de chequeo de puntos de la lista varió entre un 9% y un 85%.
- En cuatro de las cinco aproximaciones se comprobaron puntos de memoria, siguiendo un orden diferente al de la lista, y sin comprobar todos los puntos.
- Sólo en una aproximación se leyó la lista comprobando 15 puntos en el mismo orden.
- No se anunció la finalización de la lista en ningún caso.

##### Utilización de la lista SAR DEPARTURE

- En ninguno de los despegues se ejecutaron todos los puntos de la lista.
- El porcentaje de chequeo de los puntos de la lista varió entre un 0% y un 17%.
- No se leyó la lista en ninguno de los despegues.
- No se anunció el comienzo y la finalización de la lista.

##### Utilización de otras listas

- La lista CLIMB/CRUISE/DESCEND no se realizó en ninguna ocasión.
- La única lista que fue pedida fue la BEFORE LANDING.
- Con respecto a las fases de aproximación a estacionario y estacionarios realizados, los despegues fueron los más descuidados en cuanto a aplicación de listas y ejecución de comprobaciones.

##### Maniobras SAR

- Se priorizaron y ejecutaron con rigor las maniobras consideradas «de salvamento» y se concedió menos importancia al resto del vuelo.
- Todas las aproximaciones a estacionario se realizaron en manual. No se utilizó ninguno de los modos SAR.
- Las aproximaciones no se ajustaron a lo establecido en el manual y en las listas: se utilizaron alturas, velocidades y distancias distintas a las definidas.
- En las maniobras de grúa se realizaron todas las comprobaciones y call-outs establecidos en el MOE SAR.
- Los despegues se realizaron en manual y con el modo SAR Transition Up.
- Se realizaron comunicaciones con las embarcaciones antes de finalizar los despegues.
- La selección de la altitud de decisión DH no se realizó de acuerdo a las listas en ningún momento del vuelo.

### Impacto

- El helicóptero impactó en vuelo controlado contra el mar.
- El impacto fue inadvertido por la tripulación: no hubo maniobra evasiva.
- La aeronave impactó en actitud de vuelo nivelada, con potencia y a 110 nudos de GS.
- El comandante actuó deliberadamente sobre los mandos de vuelo para perder altitud y aumentar la velocidad.
- El comandante tuvo una percepción errónea de la altitud a la que se encontraba durante todo el descenso: una percepción de estar a mayor altitud.
- El copiloto estuvo ocupado con las comunicaciones radio y con la lista BEFORE LANDING y no realizó ninguna comprobación de los instrumentos.
- Tras el despegue desde estacionario, el comandante detuvo el ascenso mediante actuaciones sobre los mandos de vuelo.
- El torque disminuyó de un 83% hasta un 30% en el momento del impacto, mediante actuaciones comandadas sobre el FTR del colectivo y descenso del colectivo.
- La transición entre ascenso y descenso fue suave e inadvertida por el resto de la tripulación.
- Los avisos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET sonaron durante los 6 últimos segundos de vuelo y fueron reconocidos por el comandante.
- El aviso CHECK HEIGHT asociado a las altitudes DH seleccionadas no llegó a sonar debido al régimen de descenso.
- Los avisos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET sonaron doce veces cada uno durante el vuelo.
- La reacción de la tripulación ante los avisos antes del impacto no correspondieron a acciones evasivas.
- Las condiciones meteorológicas no fueron de influencia en el accidente.
- No hubo problemas relacionados con la estructura o motores en el accidente.
- La cantidad remanente y calidad del combustible no fueron de influencia en el accidente.
- No hubo problemas relacionados con la presentación errónea de información en los instrumentos.
- El último despegue supuso el paso de una tarea muy demandante durante dos horas de vuelo a otra menos demandante y una disminución de las condiciones de luz (utilización de foco).

### Tripulación

- La tripulación contaba con sus licencias y certificados médicos en vigor en el momento del accidente.
- El ambiente en cabina era bueno, cordial y de respeto mutuo.
- Todos los miembros de la tripulación mostraban una gran motivación por el vuelo y por aprovechar al máximo el entrenamiento: había una elevada exigencia de la tripulación respecto al vuelo.

- Los papeles de la tripulación de vuelo fueron de instructor-alumno y no de comandante-copiloto, debido a la falta de experiencia del copiloto.
- El comandante tuvo saturación de tareas: las propias de comandante y además las de instructor.
- El comandante supervisó y guió al copiloto tanto en sus acciones como en sus comunicaciones.
- La carga de trabajo en cabina fue asimétrica: el comandante asumió sus funciones como comandante y además gran parte de las del copiloto.
- Muchas de las funciones del copiloto que fueron realizadas y asumidas por el comandante no fueron comunicadas y produjeron desconcierto en el copiloto.
- El copiloto mostró tener problemas en habilidades básicas de vuelo.
- El copiloto en tres ocasiones estuvo «fuera del loop»: 10, 5 y 2 minutos antes del accidente.
- El copiloto tenía problemas en el uso del idioma y las comunicaciones radio le suponían un esfuerzo.
- La tripulación de vuelo mostró dificultades respecto a los aspectos marítimos de las operaciones.
- La tripulación de vuelo mostró errores de concepto sobre la altitud de decisión DH, utilizando este término para referirse a otros conceptos.
- Se utilizaron términos coloquiales, traducciones del inglés al español para referirse a puntos de chequeo de los procedimientos.
- Ambos pilotos habían volado muy poco durante los últimos tres meses: 25 y 23 horas.
- La experiencia del comandante en helicópteros era alta, suficiente en AW139 y escasa en SAR nocturno.
- La experiencia del copiloto en el helicóptero AW139, en SAR, en SAR nocturno y en IFR era muy escasa.

## **Helicóptero**

- El helicóptero contaba con todas las autorizaciones necesarias para la actividad que estaba realizando.
- La radiobaliza de emergencia no funcionó.
- El helicóptero estaba operando con una pantalla del copiloto inoperativa y esta situación no era permitida por el manual de vuelo ni por la MMEL para vuelo nocturno.
- El helicóptero estaba operando con una discrepancia abierta que debía haberse resuelto el 14 de diciembre de 2009. La operación con esta discrepancia abierta no era permitida por la MMEL.
- Una de las discrepancias abiertas afectaba al funcionamiento del aviso acústico asociado a la DH. Esta discrepancia, que llevaba dos meses abierta, no correspondía con el estado real del helicóptero ya que funcionaba el aviso.
- No existía una lista de equipo mínimo (MEL) ni una lista con los requisitos de equipamiento mínimo necesarios para realizar una operación SAR.

### Documentación del operador

- En el momento del accidente no existían procedimientos ni listas SAR de comprobación para el modelo AW139.
- Los procedimientos SAR con los que trabajaba la tripulación no contemplaban la utilización de las ayudas técnicas de que disponía el helicóptero. No estaban adaptados a las capacidades técnicas del helicóptero.
- Las versiones disponibles en las bases, en la dirección de operaciones y en el propietario eran distintas. Versiones de la misma fecha tenían contenidos distintos.
- En los manuales no aparecía el nombre del operador INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, sino INAER en algunos casos y HELICSA.
- El MOE SAR tenía graves deficiencias e incongruencias entre distintas partes del manual y con respecto a las listas, tanto en la forma como en el contenido que indican que no estaba diseñado, adaptado, revisado y no reflejaba la realidad de las operaciones.
- Los contenidos del curso SAR teórico no correspondían al contenido del MOE SAR y contenía formación de partes y procedimientos no desarrollados.
- Los procesos de selección se basaban en el currículo y una entrevista personal.
- Existía una cultura de urgencia y de realización de la misión en cualquier condición debido al tipo de misión que es: el salvamento de vidas humanas. Esta cultura se extendía a todas las situaciones, incluso a los vuelos de entrenamiento.
- La habilitación exigida es para un solo piloto debido a la certificación del helicóptero. La operación SAR es una operación multi-piloto con una alta carga de trabajo y riesgo.
- No existía formación en CRM, MCC, ALAR, CFIT y fatiga, que por otra parte no era requerida por normativa.
- No existía un análisis de gestión de riesgos SAR ni un sistema de gestión de seguridad específico para actividades SAR, que por otra parte no era requerido por normativa.

### Diseño de las listas SAR que usaba la tripulación

- Las listas SAR que utilizaba la tripulación no estaban adaptadas a las capacidades técnicas del helicóptero.
- Existían incongruencias entre las versiones de listas de chequeo editadas.
- La versión que utilizaba la tripulación era dos versiones anterior a la última en vigor, aunque el contenido no variaba.
- Las listas estaban en inglés y contenían call-outs en inglés que luego se traducían al español en la operación real.
- La terminología para referirse a un mismo concepto utilizada en el MOE SAR, en las listas y en la operación real, era distinta: prelanding-pretoma-before landing, tres verdes-3 UP, tráfico a un barco-aproximación a estacionario, puerta cerrada y bloqueo-cabin clear.

- La lista SAR APPROACH tenía 21 puntos de verificación e incluía tres tramos de verificación, es decir, debía ser interrumpida tres veces antes de su finalización. No había diferenciación entre los tramos. Era monocolor, excepto el punto final de lista completa.
- La lista SAR DEPARTURE tenía 18 puntos de verificación, incluía el tramo de HOVER, preparación para el despegue y el propio despegue que siempre debía hacerse en manual.
- La lista SAR DEPARTURE contenía la desconexión del FD antes del despegue, lo que inhabilitaba la función fly-up, una de las ayudas contra la pérdida de altitud.
- La lista SAR DEPARTURE no establecía la selección de la DH para la nueva fase de vuelo, aunque el MOE SAR la establecía en 200 ft.

### Regulador

- No existe normativa específica en España aplicable a operaciones SAR.
- Los únicos requisitos que se exigen a los operadores aéreos son los establecidos por SASEMAR en las condiciones de los contratos administrativos que adjudica.

### 3.2. Causas

El accidente del helicóptero EC-KYR responde a las características de un vuelo controlado contra el agua producido por:

- Una percepción errónea del comandante sobre la altitud a la que se encontraba como consecuencia de una ilusión visual generada al utilizar referencias externas, de una interpretación errónea en la lectura de los instrumentos o de una combinación de ambas, y a
- Una falta de monitorización de los parámetros de vuelo por parte del copiloto.

Se consideran factores contribuyentes en el accidente:

1. La posible fatiga de la tripulación producida por:
  - La demanda de la operación SAR.
  - La excesiva carga de trabajo del comandante al asumir sus funciones y responsabilidades y gran parte de las del copiloto.
  - El excesivo esfuerzo cognitivo realizado por el copiloto debido a la poca experiencia SAR y al esfuerzo por comprender y comunicarse en una lengua distinta de su lengua materna.
2. Carencias de formación y entrenamiento de la tripulación de vuelo en operaciones SAR y en materia de CRM que:

- Dificultaron que el comandante gestionase el conflicto no resuelto entre dar al copiloto mayor autonomía y al mismo tiempo confiar plenamente en sus habilidades de vuelo.
  - Dificultaron que el copiloto fuese lo suficientemente asertivo como para comunicar que tenía dificultades para seguir el vuelo debido a intervenciones del comandante no comunicadas y el deseo de terminar bien el vuelo con un comandante que tenía gran ascendencia sobre él.
  - Dificultaron al comandante y al copiloto identificar y gestionar la fatiga.
  - Impidieron a la tripulación gestionar la transición entre una actividad muy demandante (ejercicios SAR) y otra poco demandante (vuelo de traslado).
  - Produjeron una alta exposición durante todo el vuelo y un efecto de habituación de la tripulación a los avisos acústicos de LANDING GEAR y ONE FIFTY FEET que hicieron que éstos no fueran eficaces para impedir el impacto.
3. La definición y utilización inadecuada de listas de comprobación SAR no adaptadas al modelo de helicóptero y a la operación SAR, que incluían la desconexión del Sistema Automático de Dirección de Vuelo (Flight Director).
  4. La falta de normativa específica para las operaciones SAR en España y la baja exigencia de los requisitos exigidos al operador por parte del responsable del servicio SAR.

#### 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

##### Recomendaciones sobre seguridad dirigidas a AESA

- REC 21/12.** Se recomienda a AESA, como organismo que ejerce conjuntamente con otros la función de autoridad de aviación civil en España, que inicie el desarrollo de normativa específica y adecuada para las operaciones SAR en España.
- REC 22/12.** Se recomienda a AESA, como organismo que ejerce conjuntamente con otros la función de autoridad de aviación civil en España, que exija formación y entrenamiento en operaciones multi-piloto para realizar operaciones SAR.
- REC 23/12.** Se recomienda a AESA, como organismo que ejerce conjuntamente con otros la función de autoridad de aviación civil en España, que exija a los operadores SAR que desarrollen unos requisitos específicos de equipamiento mínimo para realizar operaciones SAR.
- REC 24/12.** Se recomienda a AESA, como organismo que ejerce conjuntamente con otros la función de autoridad de aviación civil en España, que, dentro de la regulación que desarrolle para las operaciones SAR, exija la implementación de un sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) para los proveedores de servicios SAR y para los operadores aéreos que quieran realizar operaciones SAR que, como mínimo:
- Identifique los peligros de seguridad operacional.
  - Asegure que se aplican las medidas correctivas necesarias para mantener el desempeño de la seguridad operacional.
  - Prevea la supervisión permanente y evaluación periódica del desempeño de la seguridad operacional.
  - Tenga como meta la mejora continua el desempeño global del SMS.

##### Recomendaciones sobre seguridad dirigidas a SASEMAR

- REC 25/12.** Se recomienda a SASEMAR, como responsable del servicio SAR, que incremente la exigencia de los requisitos de los pliegos técnicos para aquellas empresas que deseen realizar operaciones SAR, teniendo en cuenta, al menos, los aspectos recogidos en este informe y las recomendaciones de seguridad que se emiten.
- REC 26/12.** Se recomienda a SASEMAR, como responsable del servicio SAR, que tome las medidas necesarias para aumentar la supervisión y control de las

condiciones en que se presta el servicio SAR, teniendo en cuenta, al menos, los aspectos recogidos en este informe y las recomendaciones de seguridad que se dirigen al operador actual INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE.

**REC 27/12.** Se recomienda a SASEMAR, como responsable del servicio SAR, que tome las medidas necesarias para que las horas dedicadas al entrenamiento de ejercicios se incrementen y estén adecuadas a las características de riesgo y peligrosidad de la operación SAR.

### Recomendaciones sobre seguridad dirigidas a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE

**REC 28/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que revise, complete, modifique, estandarice y adapte su Manual de Operaciones Especiales de Búsqueda y Salvamento (MOE SAR) para que refleje la realidad de las operaciones SAR.

**REC 29/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que elabore los procedimientos y listas de verificación correspondientes a la operación con el helicóptero AW139. Las listas deberían utilizar una terminología que pueda ser aplicada por todas las tripulaciones evitando la necesidad de traducción del inglés al español por las tripulaciones y debería seguir los criterios de diseño de elaboración de listas de comprobación.

**REC 30/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que mejore la competencia de sus tripulaciones con el objetivo de que en las operaciones SAR se utilicen todas las capacidades técnicas de los helicópteros como son:

- La función fly-up asociada a los modos del FD que actúan sobre el colectivo.
- Las altitudes de decisión DH.
- Los modos SAR.
- La selección de altitudes de trabajo adecuadas para que los avisos acústicos asociados a los 150 ft tengan el efecto de alarma cuando realmente sea necesario.

**REC 31/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que modifique el diseño de sus entrenamientos, planificando ejercicios más cortos pero entrenando mayor número de días, para asegurar que con el mismo número de horas el entrenamiento es más frecuente.

**REC 32/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que proporcione o refuerce, según el caso, formación y entrenamiento en:

- Formación CRM.
- Entrenamiento MCC en el simulador.
- Desorientación espacial.
- Terminología marítima.

**REC 33/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que refuerce la formación y entrenamiento de sus tripulaciones para que tanto las maniobras «de salvamento» como el resto del «vuelo» sean considerados con la misma importancia y se ejecuten con el mismo rigor. En este sentido el entrenamiento debería modificar la forma en que se ejecutan y la importancia que se concede a:

- Las maniobras (tanto de vuelo como de salvamento): concediendo la misma importancia a todas y ejecutándolas de forma completa y rigurosa.
- Las listas de comprobación: realizando una identificación clara y anunciada del inicio y del fin de la lista, comprobando todos los puntos de la misma, y utilizando terminología estándar y reglada que permita una aplicación uniforme de los procedimientos por todas las tripulaciones.
- Tareas no pertinentes al vuelo (como las comunicaciones radio con ATC o con las embarcaciones) en fases críticas como despegues y aproximaciones desde/a estacionario

**REC 34/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que desarrolle unos requisitos específicos de equipamiento mínimo para realizar operaciones SAR.

**REC 35/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que:

- Modifique el sistema de seguimiento y control de las discrepancias abiertas para asegurarse que éstas reflejan el estado real de las aeronaves.
- Establezca medidas para disminuir los tiempos de resolución de discrepancias.
- Forme al personal de mantenimiento y de vuelo para asegurarse que aplica la MMEL correctamente y no se realizan operaciones en condiciones no permitidas por la MMEL ni por el manual de vuelo.

**REC 36/12.** Se recomienda a INAER HELICÓPTEROS OFF-SHORE, como operador SAR, que estandarice las comunicaciones entre los helicópteros y la base, identificando quién realiza las comunicaciones, con qué medios y en qué momentos de la operación para no interferir en las fases críticas del vuelo.

**Recomendaciones sobre seguridad dirigidas a EASA**

**REC 37/12.** Se recomienda a EASA, como autoridad de certificación, que revise las demostraciones de cumplimiento respecto a las normas de certificación de la radiobaliza de emergencia del fabricante HR Smith 503 montadas en el helicóptero AgustaWestland AW139.