

# CIAIAC

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

## Informe técnico A-068/2004

Impacto contra el agua  
en el río Guadalquivir,  
a la altura de San Juan de  
Aznalfarache (Sevilla), de la  
aeronave Agusta Bell AB-412,  
matrícula EC-GBE, el día 14  
de noviembre de 2004



MINISTERIO  
DE FOMENTO

# Informe técnico

## A-068/2004

---

**Impacto contra el agua en el río Guadalquivir,  
a la altura de San Juan de Aznalfarache (Sevilla),  
de la aeronave Agusta Bell AB-412, matrícula  
EC-GBE, el día 14 de noviembre de 2004**



MINISTERIO  
DE FOMENTO

SECRETARÍA GENERAL DE  
TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN  
DE ACCIDENTES E INCIDENTES  
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-06-009-6  
Depósito legal: M. 23.129-2003  
Imprime: Diseño Gráfico AM2000

---

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 y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea, y en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la determinación ni establecimiento de culpa o responsabilidad alguna. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes.

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 .....	1
1.3. Daños a la aeronave .....	2
1.4. Otros daños .....	2
1.5. Información personal .....	3
1.5.1. Comandante .....	3
1.5.2. Pasaje .....	3
1.6. Información de aeronave .....	4
1.6.1. General .....	4
1.6.2. Mantenimiento del helicóptero .....	4
1.6.3. Peso del helicóptero .....	4
1.7. Información meteorológica .....	5
1.8. Ayudas para la navegación .....	6
1.9. Comunicaciones .....	6
1.10. Información de aeródromo .....	6
1.10.1. Helipuerto de La Cartuja .....	6
1.10.2. Antiguo Aeródromo militar de Tablada .....	6
1.11. Registradores de vuelo .....	6
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto .....	7
1.12.1. Zona del impacto .....	7
1.12.2. Localización de los restos .....	8
1.12.3. Examen de los restos .....	9
1.12.4. Examen de los motores .....	12
1.13. Información médica y patológica .....	13
1.14. Incendios .....	13
1.15. Aspectos de supervivencia .....	13
1.16. Ensayos e investigación .....	14
1.16.1. Estudio de la velocidad en función del TQ .....	14
1.16.2. Descripción de la trayectoria final .....	14
1.16.3. Descripción del impacto por los testimonios .....	15
1.16.4. Simulación del vuelo en la trayectoria final .....	16
1.16.5. Declaraciones de testigos .....	18
1.17. Información sobre organización y gestión .....	21
1.17.1. Vuelo de posicionamiento .....	21
1.17.2. Alturas mínimas para vuelo VFR .....	21
1.18. Información adicional .....	21
1.18.1. Características del vuelo a baja altura .....	21
1.18.2. Desorientación espacial y campos visuales .....	22

<b>2. Análisis</b> .....	25
2.1. Fase previa del vuelo hasta las inmediaciones del lugar del accidente .....	25
2.2. Descenso e impacto contra el agua .....	26
2.3. Análisis de la trayectoria final del vuelo .....	26
2.3.1. Pérdida de altura .....	26
2.3.2. Ángulo de cabeceo .....	27
2.3.3. Técnicas de vuelo. Uso exclusivo del mando cíclico en el descenso .....	27
2.4. Desorientación espacial .....	28
<b>3. Conclusión</b> .....	31
3.1. Conclusiones .....	31
3.2. Causas .....	31
<b>4. Recomendaciones sobre seguridad</b> .....	33
<b>Apéndices</b> .....	35
Apéndice A. Actuaciones del helicóptero en el descenso final hasta impacto .....	37

## Abreviaturas

°	Grados sexagesimales
00 °C	Grados centígrados
ADI	Horizonte artificial
AGL	Sobre el nivel del terreno
AP	Aeropuerto
CAVOK	La visibilidad es de 10 km o más; no hay nubes por debajo de los 1.500 metros.
CTR	Zona de control
CG	Centro de gravedad
DEG	Grados sexagesimales
ft/m	Pie(s)/minuto
h	Hora
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
METAR	Informe meteorológico aeronáutico ordinario
MTOW	Máximo peso al despegue
RCA	Reglamento de Circulación Aérea
s	Segundo(s)
S/N	Número de serie
T	Testigo
TQ	Par motor (Torque)
VFR	Reglas de vuelo visual

## Sinopsis

Operador:	Transportes Aéreos del Sur, S. A.
Aeronave:	Agusta Bell AB-412, matrícula EC-GBE
Fecha y hora:	14 de noviembre de 2004 a las 10:30 hora local
Lugar del accidente:	San Juan de Aznalfarache (Sevilla)
Personas a bordo:	Un piloto y cuatro pasajeros
Tipo de vuelo:	Aviación general. Privado. VFR
<b>Fecha de aprobación:</b>	20 de diciembre de 2006

### Resumen del accidente

El helicóptero despegó del helipuerto de La Cartuja en Sevilla, aproximadamente a las 10:30 h, con cuatro personas y el piloto a bordo para realizar un vuelo local de una duración estimada inferior a 30 minutos. Ascendió con rumbo Este, e inició un viraje a la derecha hasta rumbo Suroeste y luego se dirigieron hacia San Juan de Aznalfarache por la margen izquierda del río Guadalquivir. Al aproximarse a la zona de la pista de Tablada, cuando pasaban sobre la vertical del puente con estructura de hierro (Puente de Hierro) y sobrevolaban el cauce del río manteniendo una altura de unos 100 ft (30 m) sobre el agua, el helicóptero modificó su actitud de morro desplazándolo hacia abajo e inició un descenso hasta impactar contra las aguas del río.

Se ha considerado que circunstancias como la poca altura sobre el terreno a la que se realizó el vuelo, la gran actividad aérea de aviación general y deportiva que existía en áreas de baja cota por las que transcurrió el vuelo y la posible influencia que en la actitud del piloto pudo tener el hecho de que los pasajeros pertenecieran al entorno de sus amistades, fueron factores que pudieron contribuir a la consecución del accidente.

En la última fase de vuelo, siguiendo el cauce del río Guadalquivir, la aeronave inició un descenso que mantuvo sin cambios perceptibles en velocidad, en rumbo y en la pendiente de la trayectoria hasta el impacto contra el agua, que se considera pudo ser consecuencia de un fenómeno de desorientación espacial que afectó al piloto.

## 1. INFORMACIÓN FACTUAL

### 1.1. Antecedentes del vuelo

El helicóptero Agusta Bell 412, de matrícula EC-GBE, se dedicaba habitualmente al transporte público de pasajeros. Tenía su base en el Aeropuerto de Málaga y había sido desplazado a las instalaciones del operador en el Helipuerto de La Cartuja (Sevilla), donde se le efectuaron tareas de mantenimiento programado. Finalizadas dichas tareas y los vuelos de comprobación realizados, se programó para el domingo 14 de noviembre un vuelo de posicionamiento de regreso a su base de Málaga.

El piloto designado para efectuar el vuelo viajó desde Ceuta a Sevilla el sábado por la tarde e invitó a unas personas de su entorno para realizar un vuelo local sobre Sevilla y sus alrededores, anterior al vuelo de desplazamiento a Málaga.

El helicóptero despegó del Helipuerto de La Cartuja aproximadamente a las 10:30 h con cuatro personas y el piloto a bordo para realizar un vuelo local de una duración estimada inferior a 30 minutos y de acuerdo con las reglas de vuelo visual.

El helicóptero ascendió con rumbo Este e inició un viraje a la derecha hasta rumbo Suroeste, y luego se dirigieron hacia San Juan de Aznalfarache por la margen izquierda del río Guadalquivir.

Al aproximarse a la zona de la pista de Tablada, con una altura que se estima de 100 ft (30 m), y cuando pasaban sobre la vertical del puente con estructura de hierro (Puente de Hierro) y sobrevolaban el cauce del río, el helicóptero modificó su actitud de morro desplazándolo hacia abajo e inició un descenso hasta impactar contra las aguas del río.

El helicóptero, tras el impacto, volcó hacia delante y se hundió. Instantes después cuatro de sus ocupantes salieron a la superficie y fueron recogidos por una barca que se encontraba en las proximidades aguas abajo del río. Una quinta persona quedó sumergida en el agua.

### 1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos		1	1	
Graves	1	2	3	
Leves		1	1	No aplicable
Ilesos				No aplicable
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	

### **1.3. Daños a la aeronave**

La parte delantera de la estructura de la cabina del helicóptero, desde el morro hasta la zona de las plataformas de los motores, quedó totalmente destruida y formando un amasijo de restos (véase foto 1).

La caja de transmisión principal junto con el mástil y la cabeza del rotor principal se desprendieron de la estructura del helicóptero y presentaban múltiples roturas y deformaciones.

El conjunto del puro de cola y rotor de cola quedaron casi intactos; sólo hubo daños en el estabilizador horizontal y en las bielas de cambio de paso del rotor de cola.

Como consecuencia del fuerte impacto directo contra el agua, el helicóptero tenía daños tan importantes que se considera destruido.

### **1.4. Otros daños**

Una casa cercana tenía ligeros desperfectos en una pared de la terraza, como consecuencia del impacto de una punta de pala del rotor principal, que salió desprendida en el impacto de ésta contra el agua.



Foto 1

## 1.5. Información personal

### 1.5.1. Comandante

Edad:	31 años
Nacionalidad:	Española
Título y licencia:	Piloto comercial de helicópteros
Licencia válida hasta:	06-03-2005
Habilitaciones tipo en vigor:	A 109/109K, Bell 206/206L, Bell 412*
Total horas de vuelo:	3.969:30 h
Total horas de vuelo en el tipo:	2.313:25 h

### 1.5.2. Pasaje

El pasaje a bordo del helicóptero en el momento del suceso estaba constituido por cuatro varones mayores de edad del entorno de amistades del piloto. El pasajero Px 1 (véase figura 1 adjunta) se encontraba sentado en el asiento del copiloto. Y el pasajero Px 4 quedó sumergido en el agua siendo sacado a la superficie por buzos de la Guardia Civil.

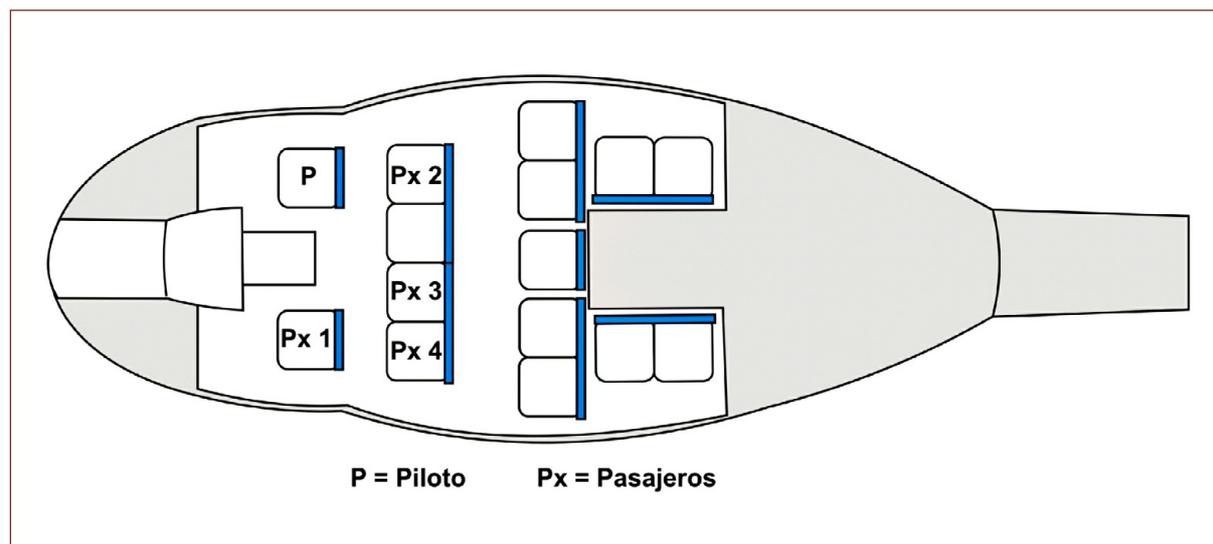


Figura 1. Disposición de los ocupantes en el interior de cabina

\* La habilitación tipo para el helicóptero AB-412 está implícita en la habilitación tipo B-412.

### 1.6. Información de aeronave

#### 1.6.1. *General*

La aeronave contaba con un certificado de aeronavegabilidad en vigor, y los datos del registro de la aeronave son los siguientes:

Marca:	Agusta Bell
Modelo:	AB-412
Número de fabricación:	25503
Matrícula:	EC-GBE
Motores:	2-Pratt&Whitney PT6T-3B S/N: 63199/63200
MTOW:	5.402 kg
Tripulación mínima:	Un piloto
Propietario:	ING LEAS (España) E.F.C., S. A.
Explotador:	Transportes Aéreos del Sur, S. A.
C. aeronavegabilidad:	N.º 3780. Válido hasta 08-05-2005

#### 1.6.2. *Mantenimiento del helicóptero*

Examinados los registros de mantenimiento del helicóptero, se comprobó que contenía anotaciones de acuerdo con el programa de mantenimiento establecido.

El día anterior se habían realizado tareas de mantenimiento que comprendían:

- Inspección de 25 h.
- Equilibrado del rotor principal y del rotor de cola.
- Cambio por holgura de la palanca de control del estabilizador horizontal y de los links de cambio de paso del rotor de cola.
- Cambio del governor del motor n.º 2.

Tras la finalización de dichas tareas de mantenimiento se había realizado un vuelo de pruebas que se desarrolló con normalidad.

#### 1.6.3. *Peso del helicóptero*

El peso del helicóptero y el centro de gravedad longitudinal en el momento del suceso se ha estimado según los datos reseñados en el cuadro siguiente.

	Peso (kg)	Brazo (mm)	Momento
<b>Peso básico*</b>	3.221,00	3.681,00	11.728.845,00
Piloto y pasajero n.º 1	184,00	1.194,00	214.920,00
Pasajeros n.º 2, 3 y 4	260,00	2.210,00	574.600,00
Combustible	630,00	3.881,00	2.445.030,00
Compartimento equipaje	10,00	6.223,00	62.223,00
<b>Peso total</b>	<b>4.305,00</b>	<b>3.519,93</b>	<b>15.153.281,00</b>

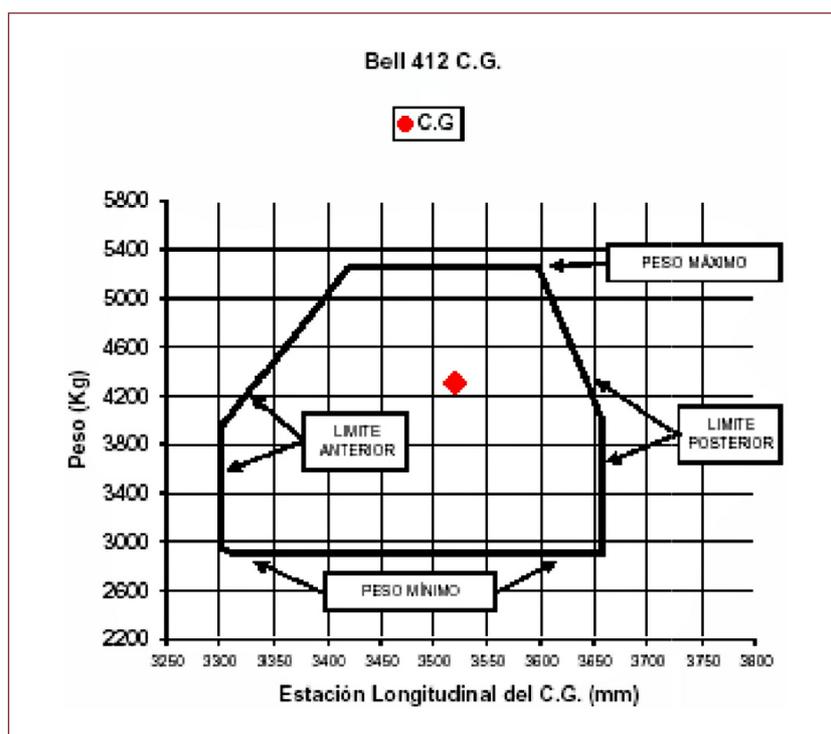


Figura 2. Centro de gravedad longitudinal

El peso básico se calculó partiendo del peso en vacío, sumándole el aceite de los motores, la configuración de asientos de dicho momento y los escalones laterales para acceder a la cabina de pasaje.

De acuerdo con el gráfico anterior (véase figura 2), el peso y el centro de gravedad longitudinal de la aeronave en el momento del suceso se encontraban dentro de límites.

### 1.7. Información meteorológica

El METAR del Aeropuerto de Sevilla de las 10 horas locales indicaba viento del Norte de 8 kt, CAVOK y temperatura ambiente de 15 °C.

Según la información facilitada por el piloto, el día era soleado y sin viento apreciable en el helipuerto de despegue.

A esa hora el acimut del Sol era 139° y su altura sobre el horizonte, 23°.

### **1.8. Ayudas para la navegación**

No afecta.

### **1.9. Comunicaciones**

El piloto no estableció contacto radio con la torre del Aeropuerto de Sevilla ni con control de aproximación de Sevilla.

### **1.10. Información de aeródromo**

#### **1.10.1. *Helipuerto de La Cartuja***

El Helipuerto de La Cartuja se encuentra dentro del CTR del Aeropuerto de Sevilla y dentro del área de aproximación final a la Pista 09. Está ubicado al Oeste del aeropuerto y próximo al límite exterior del CTR. La ciudad de Sevilla se extiende entre el aeropuerto y el helipuerto y hacia el Sureste. Ver carta de vuelo visual del Aeropuerto de Sevilla (figura 3).

#### **1.10.2. *Antiguo Aeródromo militar de Tablada***

Aeródromo en desuso cuya pista se encuentra situada al Sur del Helipuerto de La Cartuja y a una distancia de 4.500 m (véase figura 3). Sus accesos estaban abiertos al público en general y sobre la pista y sus alrededores se desarrollaban actividades de vuelo que incluían vuelos de parapentes y de aerodelismo, junto a otras actividades de automovilismo y motos. Dichas instalaciones se encuentran sobre el límite exterior del CTR de Sevilla.

### **1.11. Registradores de vuelo**

La aeronave carecía de registradores de vuelo. La legislación vigente en ese momento no requería la instalación de los mismos en este tipo de helicópteros.

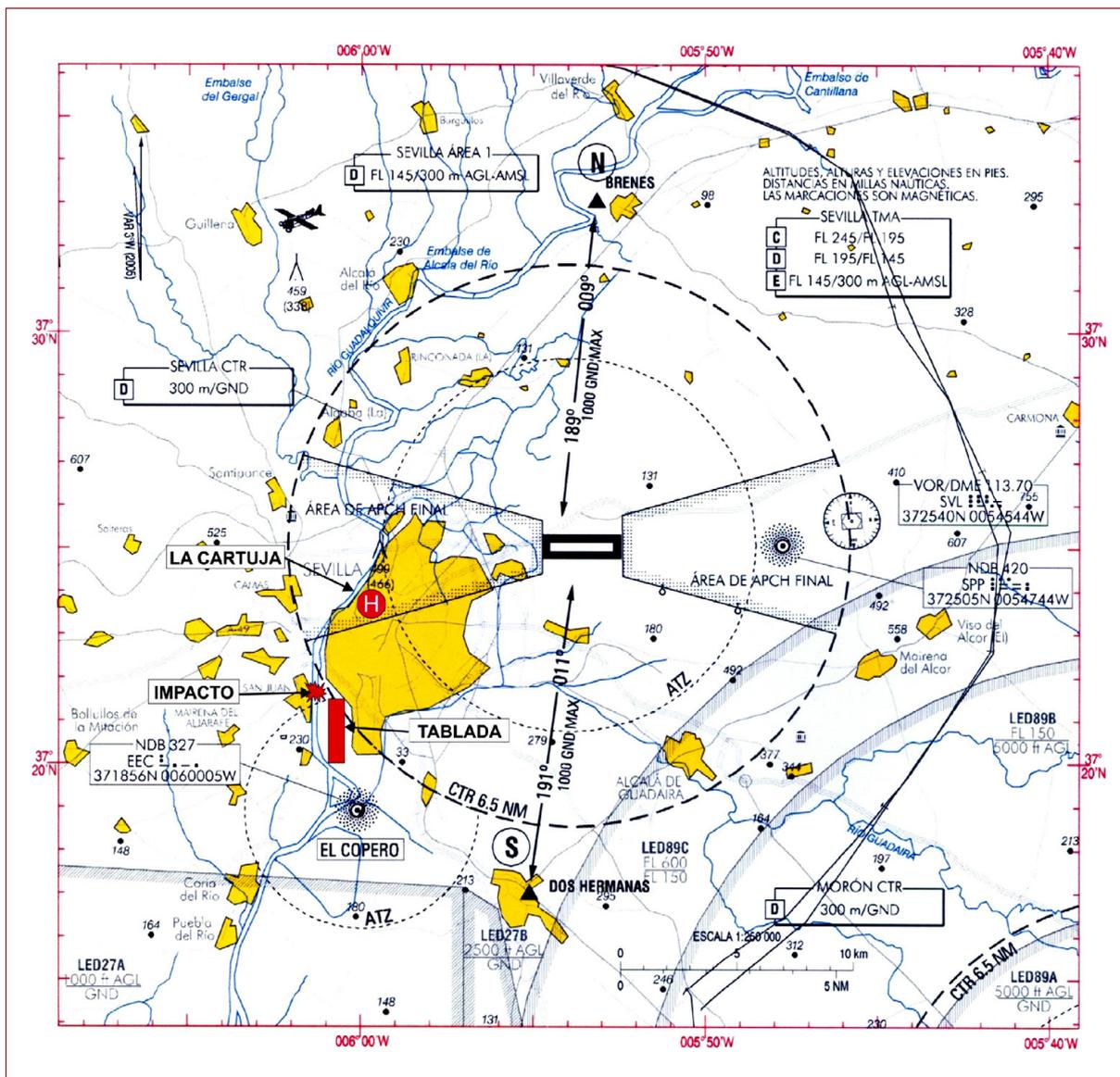


Figura 3. Carta de aproximación visual del Aeropuerto de Sevilla

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

### 1.12.1. Zona del impacto

El impacto final se localizó dentro del cauce del río Guadalquivir, aproximadamente sobre su eje central y a una distancia de 600 m aguas abajo del Puente de Hierro, entre la pista de Tablada y San Juan de Aznalfarache.

El río discurre en sentido Norte-Sur.

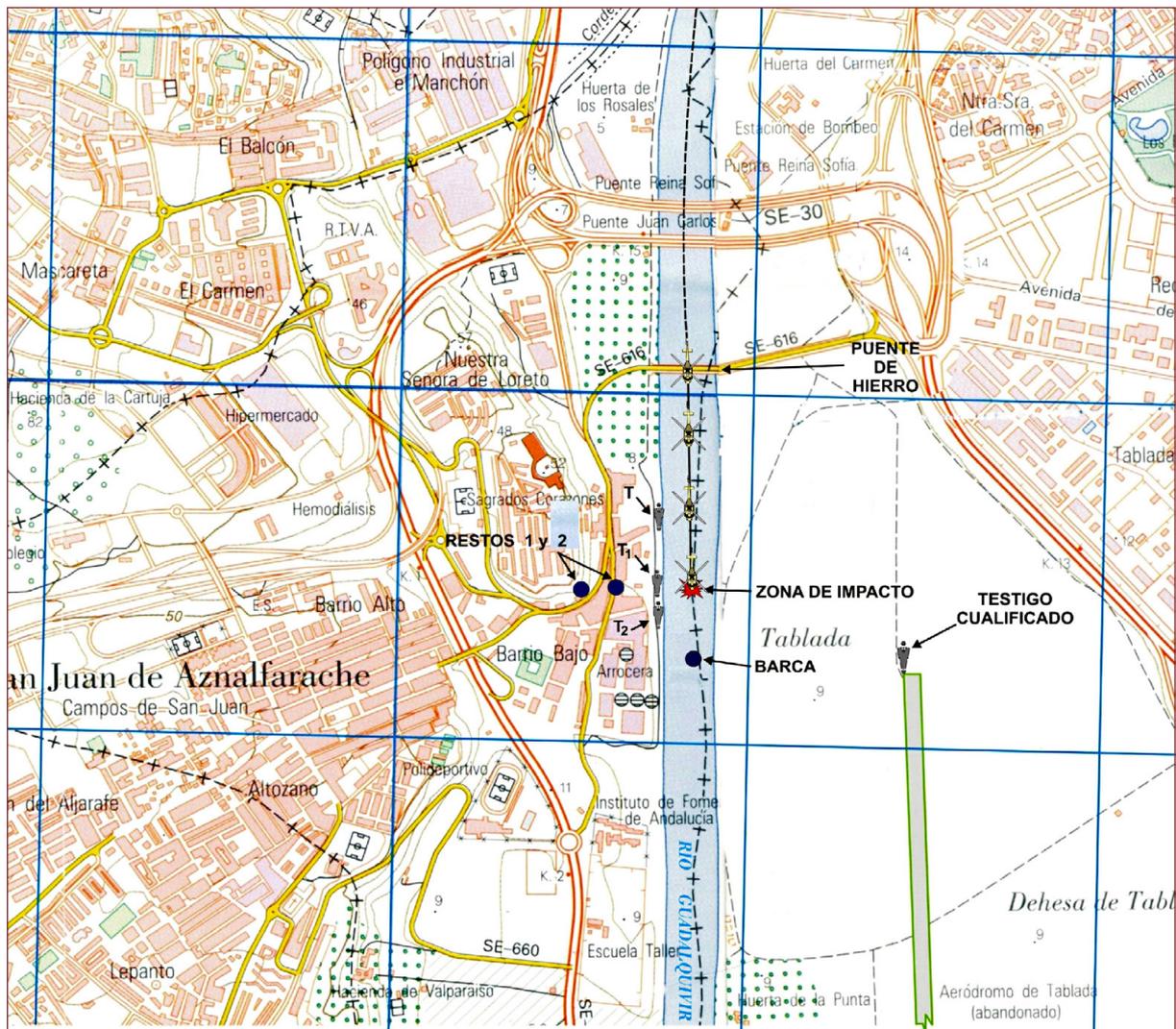


Figura 4. Zona del impacto

La cota de sus aguas es la elevación menor en el entorno del punto del accidente. La elevación del terreno en la zona de Tablada es sólo de unos 5 m sobre el nivel del agua, pero la estructura del Puente de Hierro, de unos 20 m de altura, y los árboles en las riberas de hasta 30 m de altura, constituían obstáculos próximos en la trayectoria probable del helicóptero.

### 1.12.2. Localización de los restos

Después del suceso, la estructura de la aeronave, visible con marea baja, fue balizada y asegurada a una embarcación hasta que las mareas facilitaron su traslado hasta el puerto de Gelves para su izado a tierra.

Posteriormente a la recuperación de la estructura, se inspeccionó la zona del impacto y sus alrededores por un equipo de buzos expertos en el rescate en el río Guadalquivir.

Localizaron el conjunto formado por la caja de la transmisión principal, el mástil, la cabeza del rotor principal y los restos de palas unidos a ella.

Otros restos sueltos, como partes de las palas del rotor principal y dos puertas del helicóptero, se habían localizado flotando sobre las aguas en las proximidades del suceso.

Fuera del cauce del río se localizaron dos trozos de punta de pala, ambos de una longitud aproximada de entre 0,60 y 0,80 m, uno sobre la terraza de un edificio de viviendas distante unos 100 m del punto de impacto y el otro en el parque público alrededor del Monumento de San Juan de Aznalfarache y distante del impacto 300 m. Ambos puntos estaban situados sobre una línea perpendicular a la trayectoria de vuelo del helicóptero y a la derecha del punto de impacto (véase figura 4).

Todos los restos recuperados se reunieron y se trasladaron a un hangar ubicado en el Aeropuerto de Sevilla, para su examen posterior.

### 1.12.3. Examen de los restos

Los restos del helicóptero se examinaron y analizaron con la ayuda de personal técnico de los fabricantes de la aeronave y los motores, y del operador y mantenedor del helicóptero.

Se comprobó la completa destrucción de la parte frontal del helicóptero, con la pérdida del volumen del habitáculo de pasajeros y tripulación durante el impacto, por desprendimiento del panel de instrumentos y la fractura de los largueros principales de la estructura de la cabina (véase foto 5).

El examen de los restos de la estructura principal, de las deformaciones y roturas y su recomposición, permitieron consensuar entre los investigadores que éstas habían sido originadas por un impacto frontal con alta velocidad traslacional, con velocidad moderada de descenso por una actitud de picado del helicóptero.

Del panel de instrumentos solamente se localizaron un indicador de presión de aceite, el ADI y el triple torquímetro. En este último, que se considera de gran interés por su indicación del estado de potencia de los motores, las agujas quedaron fijadas en las siguientes lecturas (foto 2):

- TQ de transmisión: 68%
- TQ del motor 1: 33%
- TQ del motor 2: 35%

El pedestal, que estaba desprendido, apareció con algunos interruptores dañados por el impacto y la información relevante que se pudo extraer de ellos fue la siguiente:



Foto 2. Triple torquímetro

- Interruptores «Governor» de los motores 1 y 2 en modo AUTO (posición normal de vuelo).
- Interruptores de «Combustible» de los sistemas 1 y 2 en posición ON.
- Interruptor «Válvula crossfeed de combustible» en posición NORMAL (posición normal de vuelo).
- Interruptor de la «Bomba de combustible» núm. 1 OFF (posición no normal de vuelo, pero a esta altitud de vuelo no produce desabastecimiento de combustible).
- Interruptor de la «Bomba de combustible» núm. 2 aparece desplazado al centro de sus dos posiciones habituales ON-OFF.
- Sistemas hidráulicos 1 y 2 en posición ON (posición normal de vuelo).
- Interruptor de FORCE TRIM<sup>1</sup> del mando cíclico en posición ON y protegido por la guarda (posición elegida por el piloto).

La mayor parte de estos interruptores son de movimiento sencillo, sin guarda, y ninguno se encontró bloqueado, por lo que pudieron haberse movido en el impacto e incluso posteriormente.

De los paneles del techo, también desprendidos, solamente se localizó el del lado derecho, encontrándose parte de los fusibles en su posición exterior o desconectada.

---

<sup>1</sup> El sistema «force trim» proporciona una sensación artificial de fuerza en la palanca de paso cíclico y medios para compensar o trimar esa fuerza en cada condición de vuelo.

De las palancas de los mandos de control cíclico y colectivo se localizaron las correspondientes al piloto, y solamente apareció el mando colectivo de las del copiloto. Parte del sistema de conexiones y servoactuadores del control del rotor principal estaba desaparecido, algunas quedaron desplazadas de sus anclajes y otras, rotas por diversas partes debido a roturas estáticas por sobreesfuerzo en el impacto.

El eje de potencia de los motores a la caja de transmisión principal quedó separado en dos partes por el engranaje de acoplamiento. El engranaje macho, sobre la parte del lado motores, perdió varios dientes que se encontraron en el engranaje hembra unido a la caja. No había evidencias de sobrettemperatura del engranaje.

Las palas del rotor principal presentaban grandes deformaciones y roturas por varios puntos debido a cargas de torsión y fuerzas de resistencia al avance y reacción muy superiores a cualquier condición de vuelo.

En el conjunto del rotor principal, las roturas de todas las partes móviles, en los link de cambio de paso de las palas, en la cabeza y en las palas, aparecen claramente como una consecuencia de una parada brusca del rotor principal (por frenado de las palas en el impacto contra el agua).

Las cubiertas de los motores, carenados y paneles cortafuegos estaban muy deformados, mientras que las plataformas de soporte de los motores, situados detrás de la caja principal de transmisión, no presentaban apenas daños y los motores habían permanecido en su posición después del impacto.

El eje de la transmisión al rotor de cola se encontró con una rotura en el primer tramo de salida de la caja principal de transmisión. Desde ese punto hacia atrás estaba en buenas condiciones y giraba libremente. Las cajas de 42° y 90° se encontraron en su posición y sin daños evidentes.

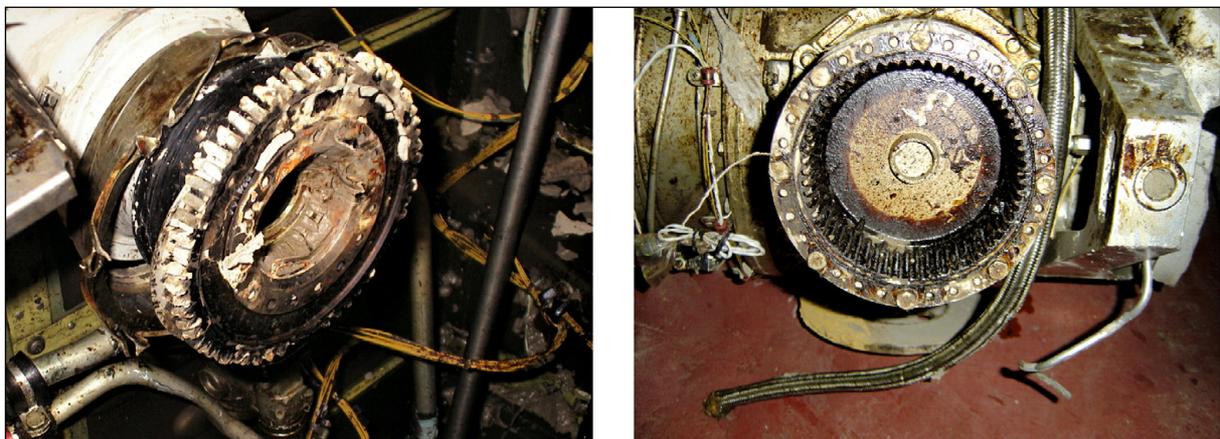


Foto 3. Eje de potencia de motores a la caja de transmisión principal



Foto 4. Palas del rotor principal

El puro de cola sufrió daños menores en la cubierta del eje de transmisión y en el estabilizador horizontal derecho, mientras que el del lado izquierdo estaba separado debido a una rotura estática del tubo soporte.

El rotor de cola no presentaba daños significativos en sus palas. Se identificaron deformaciones menores en una de las palas, en un link de cambio de paso y la rotura de uno de los topes estáticos en uno de sus lados.

#### 1.12.4. *Examen de los motores*

En ambos motores no se apreciaban signos de fugas de sangrado de aire, de combustible ni de aceite. No había indicios de sobretemperaturas, ni daños por fuego. Sólo presentaban pequeños daños por el impacto, y estaban sucios por el fango del lecho del río.

No se encontraron partículas u otros objetos en las plataformas situadas debajo de los motores. Tampoco existían trazas de partículas de aceites o restos de otros materiales en las toberas de las salidas de gases.

Las rejillas y laberintos de las entradas del aire a los motores estaban limpias e intactas.

Se inspeccionaron las primeras etapas de compresor de ambos motores con espejos y el motor n.º 1 con boroscopio: no presentaban daños por ingestión. Ambos compresores giraban libremente con la mano y sin producir ruidos.

El exterior de las cámaras de combustión de ambos motores estaba intacto. Todos los tubos e inyectores estaban en su sitio.

Las unidades de control de combustible se encontraron con todas las conexiones y tapones apretadas y frenadas, y las palancas estaban unidas a sus cables de control. Asimismo, en la inspección de ambos reguladores (governor) se encontraron los racores apretados y frenados.

La caja combinada de salida de potencia de motores se encontraba en buenas condiciones, sin daños externos visibles y sin marcas de pérdidas de aceite.

En general no se encontraron anomalías mecánicas que hicieran suponer un fallo total o parcial de potencia.

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

El piloto, sentado en el asiento delantero derecho, tenía localizadas sus lesiones mayoritariamente en los miembros del lado derecho, y el pasajero sentado en el asiento delantero izquierdo del copiloto, tenía localizadas sus lesiones traumáticas mayoritariamente en los miembros del lado izquierdo.

Ambos ocupantes sentados delante sufrieron traumatismos en la cara y con cortes y lesiones superficiales en cara y el pecho, principalmente. Uno de los dos supervivientes sentado en los asientos de cabina de pasajeros presentaba traumatismo craneoencefálico y lesión cervical.

No se conocen datos sobre las heridas que presentaba la víctima mortal ni las causas de su fallecimiento al no haberse tenido acceso a la información forense.

### **1.14. Incendios**

No se produjo incendio después del impacto contra el agua.

### **1.15. Aspectos de supervivencia**

El helicóptero, tras el impacto contra el agua, volteó hacia delante y se sumergió en el agua. Tres pasajeros y el piloto pudieron salir a la superficie del agua, donde fueron recogidos casi inmediatamente por los ocupantes de una barca a motor que se encontraba en esa zona del río.

El quinto ocupante del helicóptero que no salió a la superficie por sus propios medios, y fue sacado a las 15:15 h de entre los restos de la aeronave, todavía sumergida, por un equipo de buzos de la Guardia Civil.

De acuerdo con el testimonio de los ocupantes y confirmado en el examen de los restos, todos a bordo llevaban abrochados los cinturones de seguridad y los dos sentados en puestos de piloto y copiloto llevaban los atalajes abrochados.

El pasajero que ocupaba el asiento del copiloto no recordaba cómo había escapado de su asiento, al encontrarse éste con el cinturón y el atalaje aún abrochados después de su recuperación del río.

Ninguno de los cinco ocupantes llevaba puesto un chaleco salvavidas.

### **1.16. Ensayos e investigación**

#### **1.16.1. Estudio de la velocidad en función del TQ**

Además de la estimación de velocidad traslacional u horizontal alta, obtenida por el examen de los daños en los restos del helicóptero, se hizo un cálculo de ésta basado en las actuaciones del helicóptero y la gráfica del manual de vuelo correspondiente al caudal de combustible en función de la velocidad, y con los siguientes datos:

- TQ del 68% (obtenido del triple torquímetro «congelado» en el momento del impacto).
- Temperatura ambiente del aire de 15 °C, tomado del METAR del AP de Sevilla.
- Peso calculado del helicóptero de 4.305 kg (9.490 libras).

Dichos datos fueron introducidos en la gráfica (véase figura 5), obteniéndose un valor de 113 kt de velocidad.

#### **1.16.2. Descripción de la trayectoria final**

Cuando el helicóptero estaba próximo al Puente de Hierro sobre el río Guadalquivir volaba estabilizado, manteniendo la velocidad, la altura sobre el agua y el rumbo, de acuerdo a la información facilitada por el piloto, uno de los pasajeros y testigos presenciales.

En ese momento el helicóptero inició y mantuvo un picado del morro hacia abajo, originando un descenso que le condujo a impactar contra el agua. La única corrección que el piloto recordaba en este tramo fue una ligera corrección de rumbo hacia la derecha y que representó con un suave desplazamiento de la mano derecha hacia su mismo lado.

El helicóptero recorrió una distancia aproximada de 600 m en descenso sobre el cauce del río y perdió una altura aproximada de 100 ft (30 m).

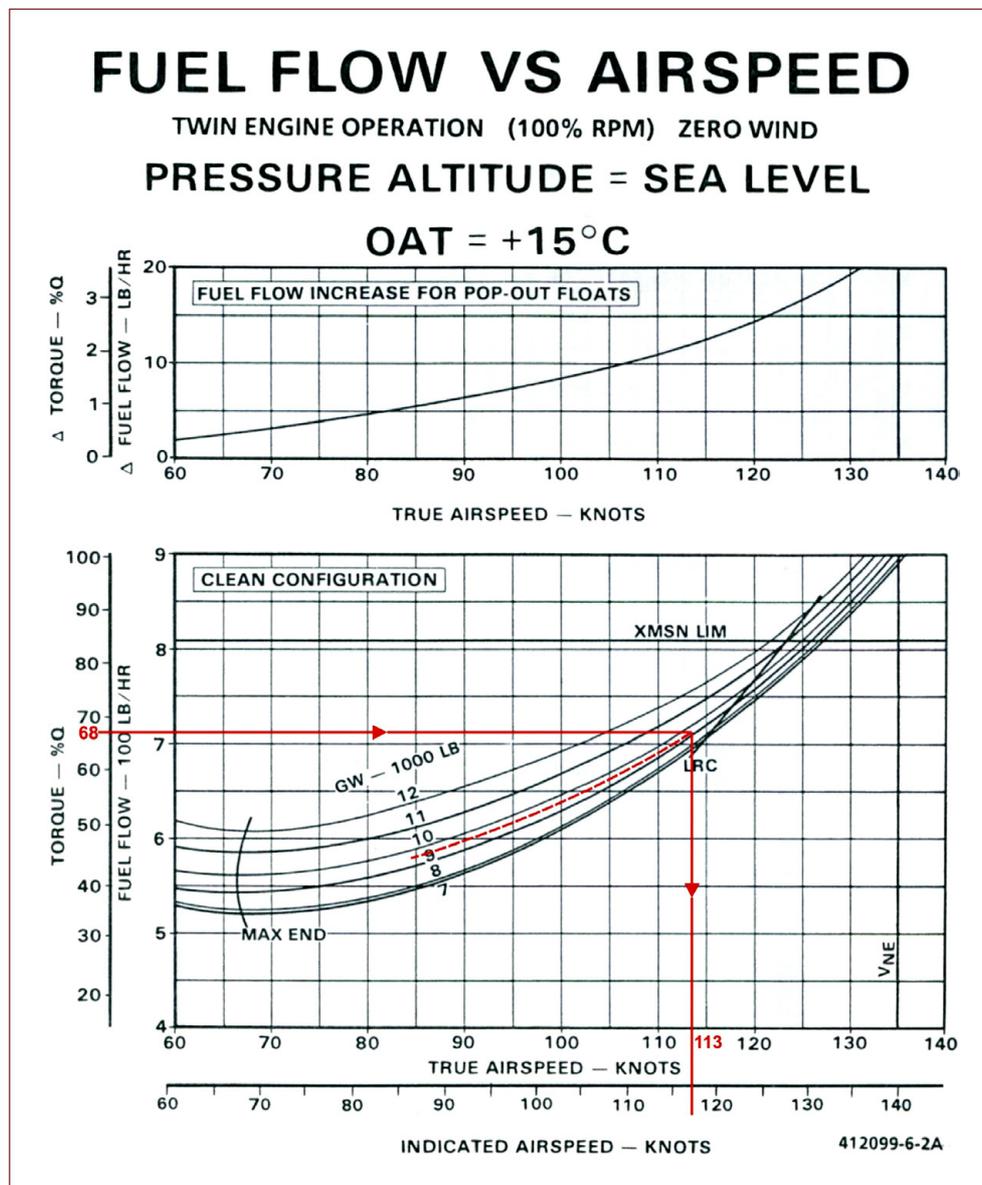


Figura 5. Carta del consumo de combustible en función de la velocidad

### 1.16.3. Descripción del impacto por los testimonios

Según testimonios de los testigos situados en la orilla del río, el helicóptero no varió su actitud de vuelo ni su trayectoria antes del impacto, golpeando primero con los esquís e inmediatamente con el morro, y a continuación volteó hacia adelante, cayendo hacia abajo, siendo arrastrado por el agua unos metros hacia adelante.

El lugar donde el helicóptero impactó contra el agua se situó, de acuerdo a las declaraciones de los testigos presenciales, aproximadamente en el centro del cauce del río y a una distancia aproximada del Puente de Hierro de 600 m.



Foto 5. Parte inferior de la cabina

La anchura del cauce del río, a lo largo de su trayectoria entre el puente y el lugar del impacto, es de 90 m, aproximadamente.

La zona del río donde sucedió el impacto se encuentra influenciada por las mareas del Océano Atlántico, donde la pleamar había alcanzado su máxima altura de 2,52 m a las 07:55 hora local. Por tanto, las aguas discurrían hacia el mar en el mismo sentido que volaba el helicóptero. Su dirección Norte-Sur coincidía con el rumbo del helicóptero.

El color de las aguas era bastante uniforme y estaban turbias como de barro.

#### 1.16.4. *Simulación del vuelo en la trayectoria final*

Con la colaboración del fabricante de la aeronave se realizaron diversas simulaciones por ordenador con el objeto de reproducir la última fase de vuelo del helicóptero accidentado.

Se supusieron para las simulaciones los siguientes datos:

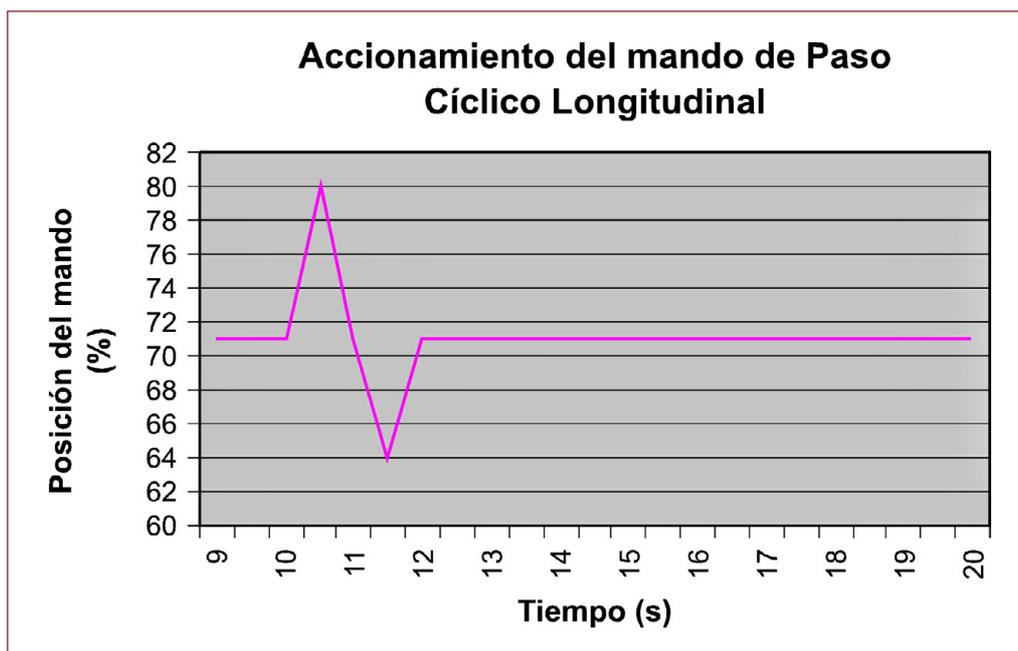
- Peso del helicóptero: 4.305 kg y posición del centro de gravedad longitudinal en la estación 3.520 mm (véase 1.6.3).
- Valor inicial de TQ del 68% (motor 1 = 33% y motor 2 = 35%) similar al nivel de TQ indicado por el triple torquímetro agarrotado tras el impacto (véase foto 2).
- Paso de colectivo constante, sin variación durante el descenso.

- Velocidad inicial de 113 kt (véase 1.16.1).
- Altitud de presión inicial: 100 ft (30 m).
- Temperatura ambiente de 15 °C.
- Perfil vertical de la trayectoria del helicóptero, de acuerdo a la información exclusiva de los pasajeros y de los testigos, que se inicia con vuelo horizontal a 100 ft (30 m) de altura sobre el suelo y termina a nivel cero después de recorrer 600 m de distancia geométrica horizontal.
- Tiempo de descenso desde la altura de 100 ft hasta el suelo de 10 segundos.

Se trataba de ver en las simulaciones las acciones sobre el control de paso cíclico longitudinal del rotor principal que produjeran un descenso del helicóptero de 100 ft en 10 segundos sin mover los mandos de paso colectivo y de potencia del motor.

El resultado se concretó en que un movimiento de la palanca del paso cíclico hacia delante y hacia atrás de 9% en un segundo, seguido de un movimiento atrás y adelante del 7% en el segundo subsiguiente, volviendo la palanca a su posición original, era capaz de hacer descender el helicóptero, de acuerdo con el perfil descrito, 100 ft en 10 segundos.

Al propio tiempo se vio que el ángulo de cabeceo, desde una actitud inicialmente casi horizontal del helicóptero, disminuía a  $-5^\circ$  de morro abajo<sup>2</sup> en los dos primeros segundos del descenso, y que después se recuperaba lentamente hasta  $-2^\circ$  en los 8 segundos siguientes. La velocidad de descenso alcanzaba los  $-4$  m/s y se hacía de  $-3$  m/s en el instante de alcanzar el suelo (véase Apéndice A).



<sup>2</sup> Según el criterio de signos utilizado, el signo negativo (-) indica morro abajo.

### **1.16.5. Declaraciones de testigos**

#### **1.16.5.1. Piloto**

De acuerdo con la información facilitada por el piloto, el objeto inicial del vuelo era sobrevolar durante unos pocos minutos la zona del Monumento de San Juan de Aznalfarache, que se encuentra en lo alto de una colina y es un buen observatorio desde el que se disfrutaba de una buena panorámica de Sevilla, regresar al helipuerto, desembarcar a los pasajeros y continuar vuelo hacia Málaga.

El despegue lo realizó con rumbo Este, virando a continuación al Suroeste y alcanzando una altura aproximada de 100 ft, estabilizando a dicha altura y, una vez sobre el río, viró y siguió el cauce.

Al aproximarse a la pista de Tablada observó parapentes volando en la zona próxima al Puente de Hierro (véase figura 4) y tuvo que repartir su atención con miradas cruzadas al exterior y al interior del helicóptero. En el exterior vigilaba la posible existencia de parapentes próximos a su trayectoria, y en el interior del helicóptero controlaba las agujas del indicador de par de ambos motores, que tenían una pequeña separación. El interruptor «force trim», para el control del mando cíclico, lo tenía activado. Situado en ese escenario, el piloto declaró cómo se sorprendió súbitamente ante la presencia del agua: «... de repente noté como se aproximaba el agua a gran velocidad, como si fuera atraído por ésta», según sus palabras.

Tras el impacto recuerda que de repente vio todo oscuro y sintió un fuerte olor a combustible.

Su experiencia en vuelos a baja cota sobre el agua se limitaba a la grabación de unos spots publicitarios.

#### **1.16.5.2. Pasajero sentado en el asiento del copiloto (Px 1)**

De los últimos instantes del vuelo recordaba cómo el morro bajaba, pero no sintió que su cuerpo se despegara del asiento hacia arriba. A continuación señaló que el helicóptero tardó sólo unos momentos hasta impactar con el agua, aunque no pudo valorar el tiempo en segundos. Tampoco apreció variaciones en la trayectoria final del helicóptero por lo que el impacto contra el agua fue directo.

En el momento del embarque le ayudaron a abrocharse los cinturones y le cerraron la puerta desde fuera, sin recibir ningún tipo de información acerca del uso de los mismos.

No recordaba cómo se había liberado del atalaje de su asiento.

#### 1.16.5.3. Pasajero sentado en el centro del asiento de pasajeros (Px 2)

Según su testimonio, «el vuelo fue como un flash, sucedió todo demasiado rápido». Destacó cómo tuvo la sensación de perder altura al poco de iniciar el vuelo.

También informó de que llevaban los cinturones abrochados y de que todos habían recibido información sobre los mismos y en especial el que iba sentado en el asiento del copiloto, por ser este (cinturón y atalaje de cuatro puntos) más complejo.

Después de despegar del Helipuerto de La Cartuja, vio parapentes más adelante y señaló con el dedo hacia ellos para llamar la atención de los otros dos ocupantes, sentados a ambos lados de él.

Cuando se acercaron hacia la zona de parapentes, el helicóptero comenzó a perder altura como intentando salir de la zona.

Sobre el piloto informó que había pernoctado en su casa y que se había acostado antes de las doce de la noche.

#### 1.16.5.4. Testigo en tierra con experiencia en vuelo de helicóptero

Un testigo con experiencia en vuelo de helicóptero, situado sobre la pista del antiguo Aeródromo de Tablada (véase figura 4, testigo cualificado), observó cómo el helicóptero, que traía un vuelo recto y estabilizado, cuando se encontraba en la vertical del Puente de Hierro bajó el morro unos 10° iniciando un vuelo de picado hacia abajo. El helicóptero desapareció de su vista, oculto por una línea de árboles y tras unos dos o tres segundos escuchó un fuerte golpe y cesó el ruido.

#### 1.16.5.5. Otros testigos en tierra

Un testigo (véase figura 4, indicado como T) situado cerca de la orilla derecha del río, a una distancia de unos 15 m aguas arriba del lugar del impacto, vio al helicóptero a unos 300 m de su posición y a una altura de entre 10 y 15 m sobre el agua. Definió que su trayectoria fue siempre la misma hasta el agua y que el ruido del helicóptero no varió en ningún momento, hasta impactar contra el agua. No observó parapentes u otro tipo de aparatos sobre el cauce del río. Sobre el impacto informó que el helicóptero primero golpeó con el morro. Dio la vuelta hacia delante y se hundió enseguida, siendo arrastrado, río abajo, por la corriente hasta que se detuvo. Vio que las personas que iban en su interior comenzaron a salir del agua poco después.

Otro testigo (véase figura 4, indicado como T<sub>1</sub>) se encontraba en la orilla derecha del río y a la misma altura donde se produjo el impacto. Informó que el helicóptero venía perdiendo altura, siempre igual. El ruido era el clásico de un helicóptero y no cambió.

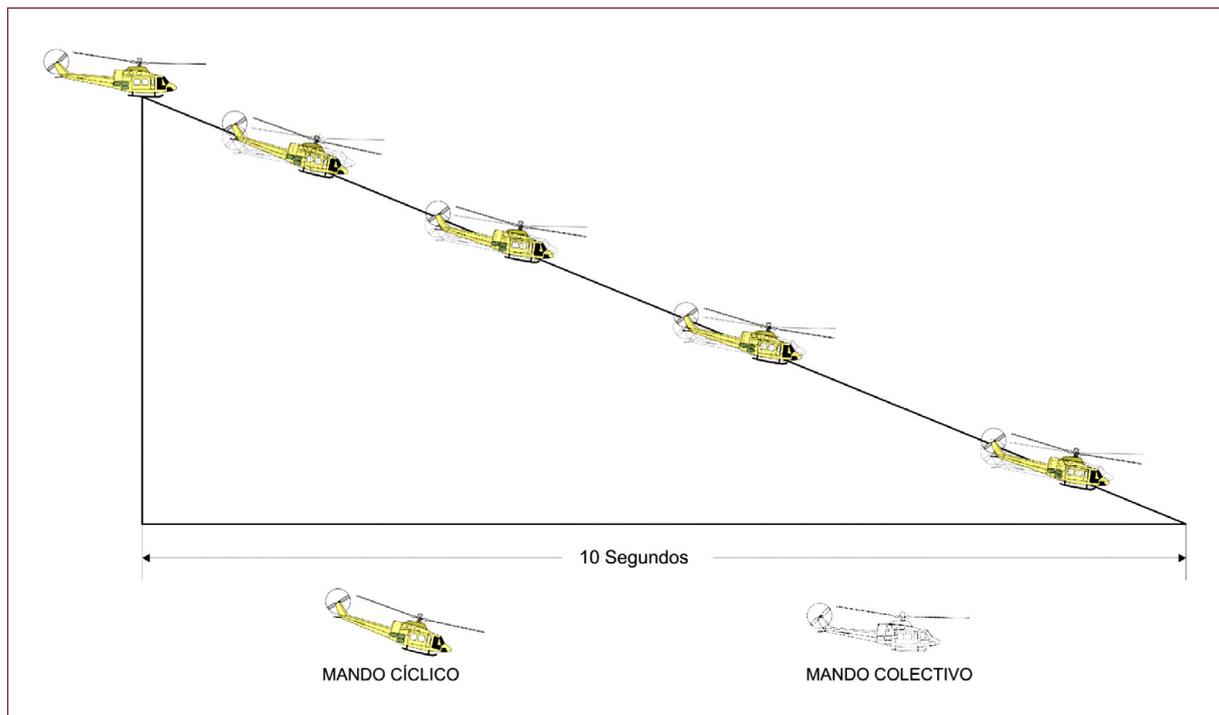


Figura 6. Actitud y trayectoria final del helicóptero

Un tercer testigo (véase figura 4, indicado como T<sub>2</sub>) se encontraba en la orilla derecha y a unos 40 m aguas abajo del lugar del impacto. Informó que desde el momento que vio el helicóptero hasta el impacto pudieron transcurrir unos diez segundos. El helicóptero venía siguiendo el curso del río por su eje, perdiendo altura. Su trayectoria hasta el impacto no cambió. Tampoco observó cambio en el ruido del helicóptero. Sobre el impacto informó que primero pegó con los esquís en el agua e inmediatamente con el morro.

#### 1.16.5.6. Testigos en la barca

Dos personas se encontraban en una barca pequeña a motor aguas abajo del lugar del impacto, en el centro del río y a unos 800 m del Puente de Hierro.

Uno de ellos observó al helicóptero un poco antes de rebasar el puente definiendo su vuelo como normal. Dejó de mirarle y cuando lo vio por segunda vez, ya había sobrepasado el puente y lo situaba a unos 20 m de altura sobre el agua.

Ambos testigos vieron cómo impactaba contra el agua y unos instantes después aparecieron personas sobre la superficie del agua a quienes auxiliaron, izándolas a la barca. A continuación se dirigieron al puerto de Gelves (Sevilla), donde los servicios médicos se hicieron cargo de los rescatados.

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

### **1.17.1. *Vuelo de posicionamiento***

La dirección de operaciones había programado, para este piloto y para el mismo día del suceso, un vuelo de posicionamiento, con el objeto de trasladar el helicóptero EC-GBE desde el Helipuerto de La Cartuja hasta el Aeropuerto de Málaga. Dicho vuelo se iba a realizar de acuerdo a un plan de vuelo visual presentado en el Aeropuerto de Málaga.

Si bien el vuelo del suceso no estaba programado y tampoco tenía abierto plan de vuelo, la dirección de operaciones de la compañía lo había autorizado para un vuelo local en los alrededores del helipuerto.

### **1.17.2. *Alturas mínimas para vuelo VFR***

La legislación existente en el momento del suceso especifica que los vuelos VFR no se efectuarán a una altura menor de 150 m (500 ft) exceptuando los despegues y aterrizajes o cuando se tenga autorización de la autoridad competente (RCA 2.4.6).

El manual de operaciones del operador no mencionaba otros mínimos de altura sobre el terreno para los vuelos VFR de helicóptero de desplazamiento entre bases o transporte de personas.

Para la realización de vuelos a baja altura, en algunas tareas comerciales específicas que realiza este operador, solamente se reseña evitar aquellas circunstancias que puedan producir impactos contra obstáculos.

Examinado el diagrama altura-velocidad, o diagrama H-V, del capítulo 1 del manual de vuelo del helicóptero, que señala las zonas donde el vuelo entraña un cierto riesgo en el caso de fallo de un motor, este vuelo a 113 kt no está contraindicado cualquiera que fuera su altura sobre el terreno o el agua.

## **1.18. Información adicional**

### **1.18.1. *Características del vuelo a baja altura***

Se ha denominado «vuelo a baja altura», en relación con este informe, el vuelo de un helicóptero a una altura de 100 ft (30 m) o inferior sobre la tierra (AGL), el agua o los obstáculos próximos.

En el helicóptero, la posibilidad de volar a baja velocidad sin que se presenten fenómenos de pérdida aerodinámica le confiere una maniobrabilidad alta en cuanto a su capa-

idad para realizar virajes de corto radio e incluso invertir el sentido de su velocidad para evitar entrar en colisión con obstáculos. La altura de vuelo sólo está limitada en su nivel inferior por el diagrama H-V de su manual de vuelo, en relación con la capacidad de aterrizar con un fallo parcial de potencia (OEI, «One Engine Inoperative»).

El vuelo a baja altura y con alta velocidad y con la presencia en el entorno de obstáculos elevados obliga al piloto a prever con antelación las maniobras de ascenso, descenso y virajes, y una atención especial para que la trayectoria del helicóptero evite los obstáculos con margen suficiente.

Este tipo de vuelos a pequeñas alturas y velocidades de crucero limita la capacidad de respuesta en tiempo y espacio para controlar los riesgos añadidos a las maniobras, bien por actuaciones no idóneas en los controles de mando, o bien por la pérdida de referencias visuales de los tripulantes debido a la reducción de los campos visuales. La formación y el entrenamiento facilitan conocer las maniobras y la forma de ampliar los campos visuales de los tripulantes para efectuar este tipo de vuelo.

Dichos vuelos requieren además una gran especialización de los tripulantes para su ejecución, y especialmente los vuelos sobre agua o terrenos uniformes en color y sin apenas relieve, debido a que las circunstancias de la proximidad del terreno o del agua introduce el empleo de técnicas específicas sobre los controles del helicóptero y se requieren conocimientos específicos sobre la visión para valorar correctamente la altura y velocidad del helicóptero con referencias al terreno o al agua.

### 1.18.2. *Desorientación espacial y campos visuales*

El fenómeno de «desorientación espacial» se refiere a la incapacidad de un sujeto para apreciar correctamente su posición y movimiento relativo con respecto a las referencias que podemos obtener al desplazarnos sobre la superficie de la tierra. Con referencia a un piloto se reconocen tres tipos de desorientación espacial:

Tipo I. El piloto no reconoce estar desorientado.

Tipo II. El piloto reconoce su situación de forma completa o incompleta.

Tipo III. Incapacitante, independientemente de que reconozca o no la situación o ilusión.

Los errores de percepción son asociados a la insuficiencia de referencias externas, como vuelo nocturno, nieblas o nubes, o simplemente por el hecho de sobrevolar un terreno sin referencias (agua, nieve, hierba, arena). El movimiento relativo de una aeronave sobre un terreno uniforme y sin características especiales, como podría ser el cauce del río, hace que el piloto focalice su atención en referencias visuales no fiables originando una falsa percepción de profundidad.

Esa falsa percepción de profundidad, asociada con la inexistencia de referencias visuales, suele venir acompañada de fenómenos de focalización de la atención y abstracción.

En la orientación espacial, el aparato visual es de crucial importancia como órgano de orientación en el espacio. El estímulo recibido a través de las áreas más periféricas de la retina conforma la visión ambiental o visión periférica, siendo ésta la estructura de orientación por excelencia y se relaciona junto con los otros dos sistemas de orientación, como son el sistema vestibular y el sistema propioceptivo.

El vuelo VFR dependería en gran medida del proceso mediado por los estímulos recogidos en la parte más periférica de la retina.

La capacidad de integración y percepción de imágenes a través de la periferia de la retina está en función de la velocidad de la aeronave: a mayor velocidad dicha capacidad disminuye porque el campo visual del piloto disminuye considerablemente.

## 2. ANÁLISIS

### 2.1. Fase previa del vuelo hasta las inmediaciones del lugar del accidente

El helicóptero EC-GBE despegó del Helipuerto de La Cartuja en sentido Este, viró hacia la derecha tomando rumbo Sur-Oeste hasta interceptar el río Guadalquivir, antes de llegar a San Juan de Aznalfarache, y siguió su curso en dirección Sur.

En las proximidades del Puente de Hierro, el helicóptero volaba sobre el eje central del cauce del río y en la misma dirección que discurrían las aguas, manteniendo una altura de 100 ft (30 m) sobre la superficie del agua.

Su velocidad era entonces de 113 kt y su rumbo Sur. La cota más alta del Puente de Hierro se eleva al menos 20 m sobre las aguas del río en su nivel de pleamar, por lo que se supone lo sobrevoló con escaso margen de altura y a gran velocidad. En las orillas del río que se sobrevolaba crecían árboles de gran desarrollo vertical, alcanzando algunas de sus copas más de 30 m sobre el nivel de la corriente.

A la izquierda del rumbo del helicóptero se encontraba el antiguo Aeródromo de Tablada, en el que se estaban desarrollando distintas actividades aéreas, como vuelos de parapente.

Para la realización de un vuelo con características similares de velocidad y altura al realizado por el helicóptero EC-GBE, no se encuentran limitaciones en el manual de vuelo de la máquina que lo prohíban o lo desaconsejen. La realización de un vuelo a alturas inferiores a la estipulada en el RCA (500 ft–150 m) requiere autorización previa, de la cual no se tiene constancia de que la hubiera solicitado o se le hubiera concedido, y una mayor atención del piloto ante cualquier posible circunstancia imprevista, normalmente obstáculos físicos al vuelo.

Se estima que la conducción del vuelo a esa alta velocidad y escasa altura sobre los obstáculos, y próximo a otras aeronaves de vuelo muy lento, como el de los parapentes, representaba un evidente riesgo para la operación. El pilotaje de un helicóptero en esas condiciones habría de ejecutarse con la máxima atención al vuelo, a sabiendas de que cualquier distracción podría acarrear consecuencias catastróficas. Se considera además que, normalmente, se asume que el vuelo de los helicópteros a baja altura es seguro atendiendo a que, como puede volar a muy baja velocidad horizontal, tiene una gran maniobrabilidad y capacidad para eludir obstáculos. Con alta velocidad, sin embargo, se pueden ver mermadas esas capacidades.

Por otro lado, no se comprende, en este caso, la necesidad de operar el helicóptero a esa velocidad alta y baja altura, distinta de la de exhibición y demostración de las cualidades de vuelo ante los pasajeros invitados.

## **2.2. Descenso e impacto contra el agua**

En estas condiciones de vuelo a baja altura y alta velocidad, y de acuerdo con la información obtenida de los pasajeros y de los testigos presenciales, al sobrepasar la vertical del Puente de Hierro el helicóptero bajó el morro significativamente, adoptando un ángulo de cabeceo de  $-5^\circ$  según la simulación de vuelo realizada por el constructor. A continuación se inició una trayectoria descendente, que no varió perceptiblemente a la vista de los testigos y del testimonio de los pasajeros, hasta el impacto contra el agua.

Los impactos de los patines y del morro del helicóptero mostraron que alcanzó el nivel del agua con un ángulo de cabeceo ligeramente negativo, confirmando las declaraciones de los testigos y el análisis de la simulación del vuelo.

Las roturas y deformaciones de las partes móviles del helicóptero indicaban claramente que el helicóptero volaba con potencia en el momento del impacto. Igual conclusión se extrajo de las informaciones del piloto, pasajeros y testigos.

En los restos de la aeronave no se encontró ningún indicio de algún posible fallo mecánico que indujese a un cambio forzado de la actitud del helicóptero. Igualmente, de los testigos se obtuvo información sobre el ruido del mismo, informando que no habían apreciado nada significativo antes del cambio del ángulo de cabeceo del helicóptero.

La separación entre las agujas de TQ de ambos motores en el instrumento de triple torquímetro se hallaba dentro de límites y sus valores eran acordes para la ejecución de un vuelo estabilizado a 113 kt de velocidad. La velocidad alta de vuelo se confirma también por el desplazamiento horizontal de 600 m desde que pasó sobre el puente hasta el impacto con el agua en un tiempo de 10 segundos.

Las condiciones meteorológicas en la zona eran adecuadas para la realización de un vuelo visual.

No se identificaron circunstancias que pudieran indicar la existencia de fatiga en el piloto.

Por lo tanto, el análisis de esta investigación se centró en el estudio de aquellas actuaciones operacionales que pudiesen conducir a la aeronave desde el momento que inició el cambio de trayectoria, con la introducción de un ángulo de cabeceo hacia abajo, hasta el impacto contra el agua.

## **2.3. Análisis de la trayectoria final del vuelo**

### **2.3.1. Pérdida de altura**

Como ya se ha dicho, el helicóptero volaba por encima del cauce del río y a 100 ft de altura sobre sus aguas. Su altura sobre la estructura del puente sería muy reducida y su velocidad se estimaba en 113 kt.

Después de pasar sobre el puente, el helicóptero inició un descenso con actitud de vuelo, o ángulo de cabeceo, de ligero picado de acuerdo con los testimonios de los testigos presenciales, alcanzando la superficie del agua, tras perder 100 ft de altura en un tiempo de 10 segundos.

Este descenso, en el lapso de tiempo de 10 segundos, es compatible —en las condiciones de peso y ambientales de ese vuelo y según la simulación realizada por el fabricante—, con una actuación hacia delante del 9% y hacia atrás del 7% de la palanca de mando cíclico y sin otra acción sobre el mando colectivo y los mandos de gases o potencia de motores. Con esa actuación del mando cíclico se induce en el helicóptero un ángulo de cabeceo negativo, morro abajo, y se estabiliza la senda de descenso.

### 2.3.2. *Ángulo de cabeceo*

El ángulo de cabeceo calculado en la simulación era de  $-5^\circ$  en los primeros momentos del picado, finalizando con  $-2^\circ$  en el del impacto. El testigo cualificado declaró por su parte que ese ángulo de cabeceo era próximo a los  $-10^\circ$ . A esa discrepancia no se le confiere valor en este análisis, teniendo en cuenta que es difícil apreciar la actitud de la aeronave desde tierra; sin embargo, se considera muy relevante ese testimonio por cuanto confirma que realmente hubo un cambio significativo en el ángulo de cabeceo del helicóptero.

Como el sistema de «force trim» estaba activado, el movimiento de la palanca de paso cíclico requeriría unas fuerzas que el piloto tenía que sentir. Por ello se piensa que el ángulo de cabeceo negativo que originó el inicio de la trayectoria descendente, una vez salvado el Puente de Hierro, fue introducido por el piloto, posiblemente en un intento de separarse de la actividad aérea sobre la pista de Tablada, o bien porque, tras pasar por encima del puente, decidiera reducir más su altura de vuelo.

### 2.3.3. *Técnicas de vuelo. Uso exclusivo del mando cíclico en el descenso*

De las informaciones obtenidas en las declaraciones del piloto, pasajeros y testigos sobre las actitudes del helicóptero en este recorrido final y por la simulación realizada por la empresa constructora, todo conduce a pensar que el inicio del picado y el mantenimiento de un ángulo de cabeceo negativo del helicóptero a lo largo de la senda, se realizó exclusivamente con el mando cíclico.

El uso exclusivo del cíclico, y por tanto la no utilización del colectivo, implicaría que la lectura de 68% TQ observada en el triple torquímetro debería coincidir con los valores de TQ en la fase previa de vuelo nivelado y en toda la trayectoria posterior, hasta el impacto final.

Una maniobra de variación de altura utilizando únicamente el mando cíclico es posible y además se completa en un menor lapso de tiempo que una maniobra de variación de altura realizada con el mando colectivo y complementada con el mando cíclico. Sin embargo, la recuperación de la actitud nivelada es entonces más lenta. Su ejecución a 100 ft del agua puede considerarse, por otro lado, como un factor de riesgo.

Las declaraciones de los supervivientes y de los testigos sugieren que no se iniciaron, por el piloto, acciones sobre los controles de la aeronave para tratar de corregir la trayectoria descendente.

### **2.4. Desorientación espacial**

El desarrollo de una trayectoria de vuelo, sin variaciones significativas en la actitud del helicóptero que indicasen una actuación del piloto para esquivar el impacto con el agua, condujo a analizar un posible episodio de desorientación espacial sufrido por el piloto.

La trayectoria definida por el helicóptero podría haber sido realizada por un piloto que hubiese perdido temporalmente la capacidad para apreciar correctamente su posición (en altura) y su movimiento relativo con respecto a las referencias que pudiera obtener al desplazarse sobre la superficie de la tierra.

De acuerdo a lo descrito sobre campos visuales, la capacidad de integración y percepción de imágenes a través de la periferia de la retina está en función de la velocidad de la aeronave: a mayor velocidad dicha capacidad disminuye. Por lo tanto, dicha capacidad de integración podría verse afectada en el piloto a una velocidad de 113 kt.

Resulta normal que en vuelo visual el piloto mantenga la vigilancia en todas las direcciones, con pequeños movimientos de la cabeza que le permitan tener una visión global del entorno. El vuelo a baja altura y gran velocidad tiene matices que le hacen apartarse de esa técnica general. Interesa en este caso sobre todo mirar al suelo y por delante, focalizando bien, puesto que en esas dos direcciones se localizan los mayores riesgos. Si en esas condiciones se deriva la visión externa demasiado hacia los lados o hacia el interior del helicóptero donde podía haber elementos que distrajeran la atención del piloto, podría producirse una situación de cierta desorientación en el piloto que reduciría su capacidad de reacción al intentar centrar de nuevo su atención sobre la trayectoria.

Por otra parte, el helicóptero descendía por una senda desde la que inicialmente se veía la anchura del río de 90 m en un campo visual de unos 8°, suponiendo que el piloto mirara a una distancia de 600 m hacia delante. Mirando tan sólo a una distancia de 200 m hacia delante el campo de visión para ver ambas orillas del río a la vez sería de 25° aproximadamente. No parece probable que, mirando hacia delante a la velocidad a la que se trasladaba el helicóptero, se llegaran a perder todas las referencias de

riberas, árboles, barcas, etc., como para provocar una desorientación espacial en el piloto por ausencia de referencias. Pudo entonces derivarse la desorientación en el piloto teniendo en cuenta otros factores adicionales.

En definitiva, varios factores se podrían considerar como desencadenantes del posible proceso de desorientación espacial Tipo I, no reconocida por el piloto, que terminó con el impacto de la aeronave sobre el agua:

- a) Condiciones meteorológicas: Viento en calma, con una superficie plana del agua, de apariencia estable y de coloración uniforme.
- b) Atención focalizada: Fascinación o atracción por la tarea, en este caso de vuelo a baja cota y con alta velocidad sobre el río Guadalquivir.
- c) Experiencia limitada en vuelo a baja cota sobre el agua.
- d) Disminución de referencias periféricas o visión periférica por limitación del campo visual por efecto de la velocidad.
- e) Desvío de la atención hacia el vuelo de los parapentes.
- f) Distracción de las tareas del vuelo en la exhibición que hacía a sus acompañantes y amigos.

### 3. CONCLUSIÓN

#### 3.1. Conclusiones

- El helicóptero realizaba un vuelo en condiciones visuales con cuatro pasajeros del ámbito de amistades del piloto.
- El piloto tenía una licencia en vigor para el tipo de helicóptero.
- La aeronave tenía un certificado de aeronavegabilidad en vigor y había sido mantenida de acuerdo al programa de mantenimiento aprobado.
- Las condiciones meteorológicas eran adecuadas para un vuelo visual y no tuvieron influencia en el desarrollo del vuelo.
- El helicóptero volaba a una altura de 100 ft sobre el terreno siguiendo el cauce del río hasta las cercanías de la antigua pista de Tablada.
- El helicóptero realizó un cambio en su trayectoria de vuelo, iniciando un descenso que mantuvo hasta el impacto con el agua.
- Parece confirmarse que se utilizó de forma exclusiva el mando cíclico para ejecutar la maniobra de pérdida de altura en su trayectoria final.
- La introducción de un ángulo de cabeceo igual o superior a  $-5^\circ$  requirió un movimiento de los controles de vuelo de mayor recorrido que el necesario para mantener el vuelo estabilizado.

#### 3.2. Causas

La ejecución del vuelo en las proximidades de una zona de gran actividad aérea de aviación general y deportiva, y la presencia a bordo de la aeronave de pasajeros del ámbito de amistades del piloto pudieron ser factores que contribuyeron a disminuir el alto grado de atención que requiere un vuelo a baja altura sobre el terreno o el agua y con alta velocidad.

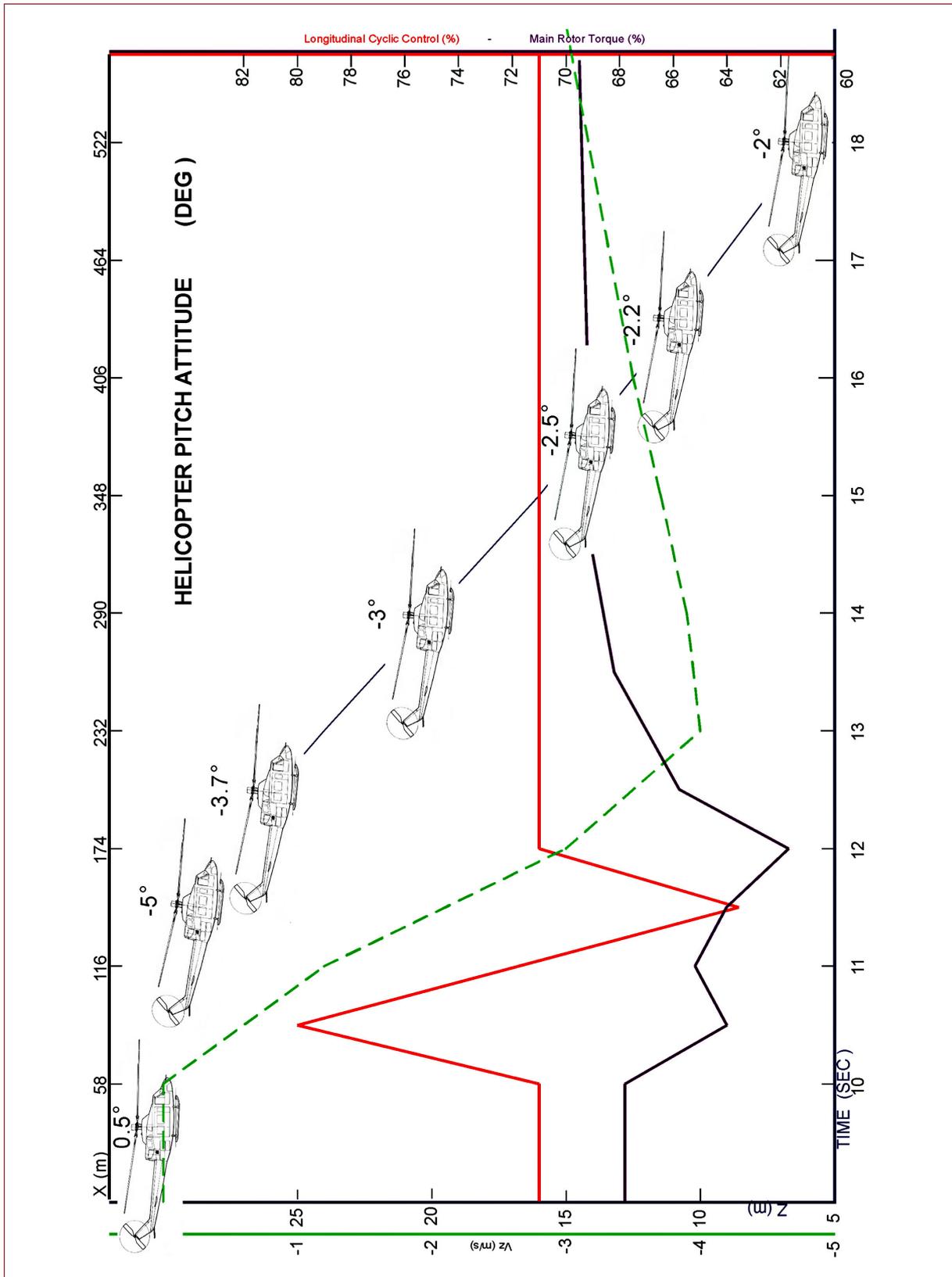
En la fase final del vuelo la aeronave inició un descenso, que mantuvo sin cambios perceptibles en velocidad, en rumbo y en la pendiente de la trayectoria hasta el impacto contra el agua, que se considera que pudo ser consecuencia de un fenómeno de desorientación espacial que afectó al piloto.

#### **4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD**

Ninguna.

# APÉNDICES

**APÉNDICE A**  
**Actuaciones del helicóptero**  
**en el descenso final hasta impacto**



Actuaciones del helicóptero en el descenso final hasta impacto