

# CIAIAC

Comisión de Investigación  
de Accidentes e Incidentes  
de Aviación Civil

## **BOLETÍN INFORMATIVO 2/2005**



MINISTERIO  
DE FOMENTO

# **BOLETÍN INFORMATIVO**

## **2/2005**



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: 161-03-048-4  
Depósito legal: M. 14.066-2002  
Imprime: Centro de Publicaciones

Diseño cubierta: Carmen G. Ayala

---

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 60  
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: [ciaiac@mfom.es](mailto:ciaiac@mfom.es)  
<http://www.mfom.es/ciaiac>

C/ Fruela, 6  
28011 Madrid (España)

## **Advertencia**

El presente Boletín 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 produjeron los eventos 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, las investigaciones tienen carácter exclusivamente técnico, sin que se hayan dirigido a la determinación ni establecimiento de culpa o responsabilidad alguna. La conducción de las investigaciones 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 Boletín para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

ABREVIATURAS ..... vi

RELACIÓN DE ACCIDENTES/INCIDENTES

Referencia	Fecha	Matrícula	Aeronave	Lugar del suceso	
A-056/2001	16-10-2001	EC-EJG	Cessna 172N	Posadas (Córdoba) .....	1
A-004/2004	31-01-2004	EC-HCU	Fairchild SA226-TC (Metro II)	Aeropuerto de Reus (Tarragona) .....	5
IN-034/2004	16-06-2004	EC-HJG	Cessna 152	Leganés (Madrid) .....	9
(*) A-059/2004	08-07-2004	EI-DAR	Boeing B-737-800	Provincia de Girona, en ruta de Girona.. a París Beauvois	13
IN-062/2004	28-09-2004	EC-FPO	Socata Tobago TB-10	Aeropuerto de Salamanca (Salamanca) ..	29
A-069/2004	23-11-2004	EC-EJH	Cessna TU-206-G	Playa de Voramar. Término municipal .. de Benicassim (Castellón)	31

---

ADENDA ..... 43

(\*) Versión disponible en inglés en la Adenda de este Boletín  
(*English version available in the Addenda to this Bulletin*)

Esta publicación se encuentra en Internet en la siguiente dirección:

<http://www.mfom.es/ciaiac>

## Abreviaturas

00 °C	Grados centígrados
00° 00' 00"	Grados, minutos y segundos
ATC	Control de Tránsito Aéreo
ATPL	Piloto de transporte de línea aérea
BVA	Aeropuerto de París Beauvois
CAT	Turbulencia en aire claro
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CVR	Registrador de voz en cabina
CWS	«Control Wheel Steering»
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
E	Este
FL	Nivel de vuelo
FLT	Vuelo («flight»)
g	Aceleración de la gravedad
GRO	Aeropuerto de Girona
h	Hora(s)
h min seg	Horas, minutos y segundos
HI	Alto régimen («high»)
hPa	Hectopascales
IR(A)	Habilitación de vuelo instrumental (avión)
KIAS	Nudos de velocidad indicada
kg	Kilogramos
kt	Nudos
l/h	Litros por hora
m	Metros
M	Número de Mach
ME	Multimotores
METAR	Informe meteorológico aeronáutico ordinario (en clave meteorológica aeronáutica)
mm	Milímetro(s)
MN	Milla(s) náutica(s)
N	Norte
NW	Noroeste
N/A	No afecta
Prov.	Provincia
QNH	Ajuste de la escala de presión para hacer que el altímetro marque la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar en el aterrizaje y en el despegue
S	Sur
SE	Monomotores
SID	Salida normalizada por instrumentos
SW	Suroeste
T. m.	Término municipal
TAF	Pronóstico de aeródromo
TCU	Cúmulos congestus de gran desarrollo vertical o cúmulos en forma de torre
TILT	Inclinación de la antena del radar meteorológico
UTC	Tiempo universal coordinado
VHF	Frecuencia muy alta
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
W	Oeste

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Martes, 16 de octubre de 2001; 11:30 h</b>
Lugar	<b>Posadas (Córdoba)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-EJG</b>
Tipo y modelo	<b>CESSNA 172N</b>
Explotador	<b>N/A</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>LYCOMING O-320-H2AD</b>
Número	<b>1</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad	<b>40 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de avión</b>
Total horas de vuelo	<b>550 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>350 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>2</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Importantes</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Aviación general – Instrucción – Doble mando</b>
Fase del vuelo	<b>En ruta</b>

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Descripción del suceso

Durante un vuelo de instrucción de doble mando, que había partido del Aeropuerto de Córdoba con destino el Aeropuerto de Sevilla, se produjo una pérdida de potencia en el motor. En ese momento la aeronave se encontraba próxima a la localidad de Posadas (Córdoba) y a una altura de unos 2.000 ft.

El instructor decidió regresar al aeropuerto de salida, Córdoba, lo que notificó al Centro de Control de Sevilla.

Como la aeronave iba perdiendo altura paulatinamente, el piloto estimó que no le iba a ser posible alcanzar el Aeropuerto de Córdoba, por lo que decidió hacer un aterrizaje de emergencia, para lo que comenzó a buscar un campo en el que tomar tierra. Localizó una parcela de terreno que aparecía libre de vegetación, cables y obstáculos y aterrizó en ella.

Durante la carrera de aterrizaje la pata de morro impactó contra una tubería de riego por aspersión que discurría transversalmente a la dirección de aterrizaje, provocando el plegado de la pata hacia detrás y el posterior capotaje de la aeronave, que quedó detenida en posición invertida unos metros más allá.

Ambos ocupantes de la aeronave resultaron ilesos.



Foto 1. Posición en que quedó la aeronave

## 1.2. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió la rotura de la pata de morro y daños de importancia en ambos planos, hélice, estabilizador vertical y timón de dirección.

## 1.3. Información sobre la tripulación

El piloto disponía de una licencia de piloto comercial de avión. Su experiencia de vuelo total era de unas 550 h, de las cuales alrededor de 350 h las había hecho en el tipo de aeronave que sufrió el accidente.

## 1.4. Información sobre la aeronave

### 1.4.1. Inspección de la aeronave

En el mismo lugar en el que se había llevado a cabo el aterrizaje de emergencia, se efectuó una inspección del motor de la aeronave, en la que se detectó que una de las bujías del cilindro n.º 3 se había salido de su alojamiento, debido a que el «heli-coil» que estaba instalado en el alojamiento de la bujía se había desprendido.



Foto 2. Daños en el plano izquierdo y empenaje vertical

#### 1.4.2. *Mantenimiento de la aeronave*

El alojamiento de la bujía que se desprendió había sido reparado mediante la inserción de un heli-coil.

Posteriormente, en una revisión rutinaria del motor de 50 h, al desenroscar la bujía se observó que el heli-coil salía con ella, lo que indicaba que el ajuste entre este elemento y la culata era deficiente.

Por ello, y de acuerdo a las instrucciones contenidas en «Overhaul Manual de Lycoming», se procedió a instalar un nuevo heli-coil de 0,010 pulgadas más de diámetro.

Cuando se hizo esta última reparación, la aeronave tenía 5.535:35 h totales, y en el momento en que ocurrió el accidente contaba con 5.701:50 h. Luego, desde que se instaló el segundo heli-coil hasta que se produjo el fallo, la aeronave había volado 166:15 h.

## 2. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Las reparaciones que se habían efectuado en el alojamiento de la bujía que se desprendió se habían hecho siguiendo las instrucciones contenidas en el «Overhaul Manual» del fabricante del motor. No obstante, la inserción del heli-coil es una operación delicada, que si se efectúa incorrectamente puede producir el deterioro de los hilos de rosca de la culata. Esta circunstancia a veces no es evidente, de forma que el heli-coil aparentemente queda bien colocado, aunque en realidad no sea así.

El desprendimiento del heli-coil y la bujía del cilindro n.º 3 provocaron que el motor quedara en tres cilindros, lo que ocasionó una considerable pérdida de potencia de éste. El desprendimiento del heli-coil fue causado, probablemente, por su incorrecta inserción.

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Sábado, 31 de enero de 2004; 18:00 h</b>
Lugar	<b>Aeropuerto de Reus (Tarragona)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-HCU</b>
Tipo y modelo	<b>FAIRCHILD SA226-TC (METRO II)</b>
Explotador	<b>Victor Echo, S. A.</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>GARRETT TPE-331-10UA-511G</b>
Número	<b>2</b>

**TRIPULACIÓN**

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	<b>22 años</b>	<b>24 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial avión</b>	<b>Piloto comercial avión</b>
Total horas de vuelo	<b>3.500 h</b>	<b>500 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>2.700 h</b>	<b>360 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>2</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Importantes</b>
Otros daños	<b>No aplicable</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Transporte aéreo comercial – Posicionamiento</b>
Fase del vuelo	<b>Despegue – Carrera de despegue</b>

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Reseña del vuelo

La aeronave se disponía a realizar un vuelo de posicionamiento desde el Aeropuerto de Reus hasta el Aeropuerto de Barcelona con la intención de proseguir la revisión de mantenimiento a que estaba siendo sometida.

Cuando se encontraba en carrera de despegue por la pista 07 y con una velocidad de unos 80 kt, se plegó la rueda de morro. Como consecuencia de lo anterior, la aeronave recorrió aproximadamente la mitad de la pista apoyada en el tren principal y el morro del fuselaje.

La aeronave quedó detenida en el interior de la pista. En las maniobras de retirada se levantó el fuselaje anterior y se aseguró el tren de aterrizaje delantero para posibilitar el traslado de la aeronave hasta la plataforma de aparcamiento.

Los dos ocupantes de la aeronave resultaron ilesos y pudieron evacuar la misma sin ninguna incidencia adicional.

La aeronave sufrió daños en la parte delantera del fuselaje, ambas hélices y motores, y en el revestimiento del fuselaje a la altura de la posición de las hélices. Se apreciaba una fuga de combustible en el plano derecho y una fuga de metanol que se manifestaba en la zona inferior del morro.

No se produjeron daños a terceros dignos de mención aparte de las marcas dejadas en la pista por las hélices.

### 1.2. Pruebas funcionales del tren

Tras situarse la aeronave sobre gatos, se realizaron varios ciclos de extensión y retracción del tren de aterrizaje, comprobándose en todas ellas que el funcionamiento del mismo era correcto.

En esta aeronave, la palanca de tren no dispone de ninguna protección contra la actuación inadvertida sobre la misma. Se comprobó que era relativamente sencillo ponerla en la posición de tren arriba con un pequeño toque sobre la misma.

El recorrido de la palanca es pequeño y, dada su colocación en la cabina, hay que prestar atención para asegurarse de la posición en la que se encuentra. Se comprobó que no era posible dejar la palanca en una posición intermedia, pues en cuanto se soltaba retornaba a una de sus dos posiciones extremas (tren arriba o tren abajo).

La aeronave dispone de un dispositivo de seguridad que impide que se pliegue el tren mientras las ruedas del tren principal izquierdo están en el suelo.

### **1.3. Declaraciones de testigos**

#### **1.3.1. Declaración del personal de mantenimiento**

En la inspección de cabina efectuada por los mecánicos nada más producirse el accidente se encontró que la palanca de tren estaba en la posición de tren arriba. El tren principal estaba bloqueado en su posición de tren abajo.

Se estaban realizando sobre la aeronave tareas de mantenimiento que afectaban al tren de aterrizaje. Dada la última tarea realizada antes de entregar la aeronave a su tripulación, la palanca de tren debería haber estado en posición de tren extendido.

La parte final de la tarea de mantenimiento y la entrega a la tripulación se realizaron con cierta precipitación pues se estaba próximo a la hora de cierre del Aeropuerto de Reus, lo que habría impedido despegar a la aeronave esa tarde, retrasando el resto del mantenimiento a realizar y obligando a la tripulación a permanecer más tiempo en Reus.

#### **1.3.2. Declaración de la tripulación**

El piloto al mando señaló que le comentaron antes de embarcar que la palanca de tren estaba arriba, pero el no verificó personalmente este extremo.

La tripulación manifestó que habían iniciado las comprobaciones en cabina con la lista de chequeo de «aceptación inicial antes de arrancar». No creyeron que hubiera prisas, ya que en su opinión la revisión estaba completada sobre las tres de la tarde hora local.

Realizaron la carrera de despegue hasta la velocidad de 80 kt con total normalidad. En ese momento se produjo el plegamiento del tren de morro y, en consecuencia, el deslizamiento del fuselaje delantero por la pista y el contacto de las hélices con el terreno. Al describirlo, el piloto al mando dijo haber tenido la sensación de que el tren se plegaba mandado, con suavidad, lo que no parecía corresponderse con un fallo repentino de alguna pieza.

Inmediatamente cortaron los motores mediante las palancas de parada y abanderamiento, cortaron todos los sistemas eléctricos, hidráulicos y de combustible y, tras asegurar la aeronave, procedieron a la evacuación de la misma.

### **1.4. Procedimientos de operación de la aeronave**

De las listas de comprobación que se encontraban a bordo de la aeronave se extrae la siguiente información de interés:

- Lista de «aceptación inicial antes de arrancar»:
  - Punto 1: Inspección prevuelo COMPLETADA
  - ...
  - Punto 11: Palanca tren aterrizaje COMPROBADA/BAJADA
- Lista «en tránsito antes de arrancar»:
  - Punto 1: Inspección prevuelo COMPLETADA.
  - ...
  - Punto 4: Palanca tren aterrizaje COMPROBADA/BAJADA
- Lista de «inspección prevuelo» (obtenida del manual de vuelo de la aeronave):
  - Punto 1: Palanca tren aterrizaje BAJADA

## 2. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas al tren no mostraron ningún indicio de malfuncionamiento del mismo.

No ha podido ser establecida con seguridad la posición de la palanca del tren en el momento de la entrega de la aeronave a la tripulación después de mantenimiento.

Las listas de comprobación de «ACEPTACIÓN INICIAL ANTES DE ARRANCAR» y de «EN TRÁNSITO ANTES DE ARRANCAR» incluyen pasos en los que se ha de verificar la posición de la palanca de accionamiento del tren. Siguiendo esas listas, la comprobación se tendría que haber realizado en dos ocasiones antes del momento en que ocurrió el accidente.

El plegado de la pata de morro se produjo cuando la aeronave había alcanzado en la carrera de despegue la suficiente velocidad como para que ante un pequeño bote se pudiera generar la señal de que la aeronave estaba en el aire y se cumpliera la condición que activa el sistema de retracción del tren.

Por todo lo anterior se considera que la causa más probable del accidente es que el tren se plegó por estar la palanca en posición de tren arriba. La palanca se encontraba en esa posición bien por la no realización de forma completa de las listas de comprobación por parte de la tripulación, caso de que la aeronave les fuera entregada con la palanca de tren en posición de tren recogido, o la actuación inadvertida sobre la palanca de tren en algún momento comprendido entre la última comprobación por parte de la tripulación y el instante del accidente.

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Miércoles, 16 de junio de 2004; 20:35 h</b>
Lugar	<b>Leganés (Madrid)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-HJG</b>
Tipo y modelo	<b>CESSNA 152</b>
Explotador	<b>Airman, Centro de Formación Aeronáutica</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>LYCOMING O-235-L2C</b>
Número	<b>1</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad	<b>32 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de avión (CPL(A))</b>
Total horas de vuelo	<b>569:10 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>No disponible</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>2</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Menores</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Aviación general – Instrucción – Doble mando</b>
Fase del vuelo	<b>Aproximación – Circuito de tránsito</b>

## **1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS**

### **1.1. Reseña del suceso**

El día 16 de junio de 2004 a las 20:35 hora local, la aeronave Cessna 152, matrícula EC-HJG, realizó una toma de emergencia en un terreno próximo al Aeropuerto de Cuatro Vientos debido a problemas de funcionamiento en el motor. La tripulación, formada por un instructor y un alumno de una escuela de vuelo, resultó ilesa y la aeronave tampoco sufrió desperfectos.

El alumno contabilizaba su segunda hora de prácticas y la primera con este instructor. A las 19:00 h, antes de iniciar el vuelo, se realizó la inspección exterior de la aeronave, que incluía la comprobación visual de los depósitos de combustible. La aeronave despegó a las 19:15 h del Aeropuerto de Cuatro Vientos en dirección suroeste. Cuando habían dado por finalizada la sesión de ejercicios previstos, consistente en una serie de maniobras con virajes, ascensos y descensos, el alumno sugirió al instructor continuar con más ejercicios del mismo nivel, pero no planificados.

De vuelta a Cuatro Vientos, a la altura del punto Sierra de la carta de aproximación visual, el instructor contactó con la torre de control donde le informaron que notificara entrando en viento en cola derecha pista 10. Cuando se encontraban a 2-3 millas de distancia y avanzando en dirección perpendicular a la pista de vuelo, el motor experimentó una pérdida de potencia. A continuación, el instructor declaró emergencia y, aprovechando un terreno favorable para el aterrizaje, aterrizó sin consecuencias.

A través de una aeronave que transitaba por la zona, se transmitió a la torre de control el suceso y la localización de su posición.

Los servicios de seguridad y protección ciudadana hallaron a la aeronave inmediatamente.

### **1.2. Inspección**

Poco después del suceso, el personal técnico de la escuela de vuelo llegó hasta la aeronave y en una primera inspección se comprobó que la razón del fallo motor fue consecuencia de la falta de combustible.

### **1.3. Registros de la aeronave**

En el momento del suceso la aeronave tenía registrado un total de 11.397 h de vuelo. La última revisión de mantenimiento correspondió a una del tipo de 50 h, según el programa de mantenimiento previsto, con un número de horas de vuelo de 11.385. No se

registraron incidencias de funcionamiento en el período transcurrido entre esa revisión y la fecha del incidente.

La capacidad total de los depósitos de combustible de esta aeronave es de 98 litros (92 litros utilizables). En la práctica, el procedimiento de control de combustible que utilizaba el operador consistía en la transmisión verbal del número de horas voladas por el instructor o tripulación anterior desde el último repostaje.

Considerando el tiempo volado en los cuatros últimos repostajes, expuestos en la tabla, se han obtenido los siguientes valores:

Tiempo vuelo		Repostajes prevuelo
Horas	Minutos	Litros
0	45	51
1	10	
1	15	60
1	15	
0	40	68
0	35	
2	0	42
1	36	

El consumo medio que reflejan los datos expuestos sería 23,8 l/h y en el último repostaje, supuesto a tope, nos daría 25,6 l/h. Según informaciones del operador, el consumo horario en esta aeronave se cifra en aproximadamente 20 litros de gasolina 100LL a 65% de la potencia máxima de crucero a 6.000 ft.

A pesar de que los valores obtenidos exceden el consumo horario de 20 litros, cabe señalar que en los centros de formación las operaciones realizadas habitualmente alternan los vuelos de travesía o de navegación, caracterizados por un consumo horario menor, y los vuelos de práctica de maniobras, desarrollados normalmente a altitudes inferiores a los primeros y en regímenes de motor que conllevan un mayor gasto de combustible, más próximo a los valores reflejados en el cuadro anterior.

## 2. ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN

La inspección realizada confirmó la falta de combustible en los depósitos. Se exponen diversas circunstancias que pudieron acarrear a esa consecuencia:

- Errónea evaluación de combustible disponible durante la preparación del vuelo calculado al mínimo.

- Ajuste de la mezcla como rica.
- Incompleto repostaje la última vez que se realizó.
- Anotación poco precisa del tiempo de vuelo registrado en el libro de la aeronave.
- Prolongación voluntaria del tiempo de vuelo previsto.

En este caso, parece que al menos se produjo una prolongación del tiempo de vuelo por encima del previsto y que la evaluación de la cantidad de combustible disponible fue equivocada durante la preparación del vuelo. Cabe destacar la decisión acertada de la tripulación de aterrizar en los primeros momentos en que comenzó a fallar el motor, la buena elección del terreno para la toma y la correcta ejecución del aterrizaje de emergencia, que no llegó a ocasionar desperfectos de consideración.

La escuela de vuelo ha resuelto tomar una medida correctiva consistente en repostar, llenando los depósitos completamente, antes de iniciar cualquier operación de vuelo.

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Jueves, 8 de julio de 2004; 17:19 h UTC</b>
Lugar	<b>Prov. de Girona, en ruta de Girona a París Beauvois</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EI-DAR</b>
Tipo y modelo	<b>BOEING B-737-800</b>
Explotador	<b>Ryanair</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>CFM56-7</b>
Número	<b>2</b>

**TRIPULACIÓN**

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	<b>47 años</b>	<b>30 años</b>
Licencia	<b>ATPL</b>	<b>ATPL</b>
Total horas de vuelo	<b>11.850 h</b>	<b>1.747 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>7.500 h</b>	<b>1.500 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación		<b>1</b>	<b>5</b>
Pasajeros			<b>158</b>
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Menores</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Transporte aéreo cial. – Regular internac. pasajeros</b>
Fase del vuelo	<b>En ruta – Ascenso a nivel de crucero</b>

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Desarrollo del vuelo

El 8 de julio de 2004, aproximadamente a las 17:12 h<sup>1</sup>, el avión despegó de la pista 02 del Aeropuerto de Girona (GRO) en un vuelo no regular a París Beauvois (BVA) con 2 pilotos, 4 tripulantes de cabina y 158 pasajeros a bordo. El empuje automático estaba conectado y, cuando el avión estaba aproximadamente a 4.000 ft, el piloto automático también se conectó.

El radar meteorológico estaba encendido y la tripulación vio que había varias nubes en las inmediaciones. Se dirigieron al VOR de Bagur (BGR) como parte normal de la salida estándar BGR 1Z, en lugar de dirigirse hacia el norte debido a su intención de evitar meteorología adversa. El control de tráfico aéreo (ATC) les autorizó a ascender a nivel de vuelo (FL) 180 a las 17:14:34 h. El piloto al mando declaró posteriormente que decidió «gestionar el vuelo en rumbo para evitar meteorología [adversa]». En esos momentos llevaban un rumbo de 060° y entonces el ATC de Barcelona les dijo que volaran directos al punto KANIG a las 17:16:20 h.

El comandante también declaró que para volar directos a KANIG necesitaban hacer un giro de 90° a la izquierda y dirigirse hacia una gran nube, aunque no se veía nada en la pantalla del radar meteorológico (la presentación aparecía en color verde).

Por lo tanto, el comandante decidió continuar con un rumbo de 60° «en cielo azul» y cuando se encontraban a una distancia vertical de entre 1.000 o 1.500 ft sobre el techo de la nube y a 10 MN de distancia lateral desde ella, giraron a la izquierda hacia KANIG mientras todavía ascendían hacia el nivel autorizado FL180. Esta trayectoria mantenía el avión alejado de la nube pero, cuando volaban sobre ella (descrita por el comandante como un «towering cumulus», TCU o cúmulus congestus de gran desarrollo vertical), se expandió rápidamente y la tripulación no tuvo tiempo de realizar un giro de 180° para evitarla. Entonces el avión pasó a través de la parte superior de la nube, descrita como «activa» y, aproximadamente a las 17:18 h a FL170 y 230 kt, sufrió una turbulencia severa durante unos 10 segundos.

Los tripulantes de cabina estaban de pie porque el comandante les había autorizado a preparar el servicio a bordo. Ningún pasajero estaba de pie debido a los avisos de abrocharse el cinturón. Según los testimonios recopilados, había dos tripulantes auxiliares trabajando en la parte trasera del avión preparando el carro de bebidas para comenzar su distribución cuando comenzó la turbulencia ligera. En cuestión de segundos la turbulencia se hizo más fuerte y el avión comenzó a agitarse violentamente. Las tripulantes acababan de conseguir guardar el carrito con gran esfuerzo cuando repentinamente una de ellas (la tripulante auxiliar número 3) golpeó el techo y después la puerta y la palanca de apertura de la misma con su cabeza. Finalmente, pudo alcanzar su asien-

<sup>1</sup> Todos los tiempos están expresados en hora UTC a menos que se indique lo contrario. Es necesario añadir 2 h para obtener la hora local.

to y se abrochó el cinturón. Cuando cesó la turbulencia, notó que no podía moverse debido a sus heridas. La otra tripulante situada en la parte trasera también había sido lanzada arriba y abajo violentamente, antes de poder sentarse y sujetarse con el cinturón. Sufrió magulladuras y contusiones, y más tarde se dio cuenta de que su compañera estaba herida de gravedad y llamó al supervisor.

A las 17:19:28 h el avión fue transferido al centro de control ATC de Marsella, y la tripulación de vuelo colacionó la instrucción sin mencionar ningún problema a bordo. El avión fue autorizado a ascender a FL280 y, cuando se aproximaba a ese nivel, la tripulación de vuelo fue informada por la tripulación auxiliar que la tripulante n.º 3 estaba herida de gravedad, y el comandante decidió regresar a Girona. Preguntó por megafonía en inglés y francés si había algún médico o enfermero a bordo, pero no había ninguno. El avión inició un giro a la izquierda desde 315° aproximadamente a las 17:28 h.

A las 17:30:04 h el ATC de Marsella llamó al ATC de Barcelona para decir que el vuelo RYR910C regresaba a Girona «porque tiene un pasajero enfermo». A las 17:35:34 h el vuelo contactó de nuevo el ATC de Barcelona cuando estaban pasando por FL210. Fueron dirigidos a la pista 02 de GRO. Durante el descenso, la tripulación requirió al ATC que hubiera asistencia médica en tierra preparada.

El avión aterrizó en el Aeropuerto de Girona a las 17:52 h. La asistencia médica estaba esperándoles cuando se dirigieron a la plataforma de aparcamiento.

La tripulante que estaba herida de gravedad fue llevada al hospital, con dos fracturas en el tobillo y otras heridas que necesitaron puntos. La otra tripulante tenía varias magulladuras y contusiones causadas por alguna parte indeterminada del avión en la parte de la cocina trasera, aunque no fue llevada al hospital. No se informó de ninguna otra herida.

El avión partió de nuevo hacia BVA a las 19:41 h sin algunos pasajeros que decidieron no reemprender el viaje.

## **1.2. Información sobre el personal**

### **1.2.1. *Piloto al mando***

El comandante era un ciudadano francés de 47 años de edad. Tenía una licencia de piloto de transporte de línea aérea emitida en Francia. Su experiencia total de vuelo era de 11.850 h. Tenía aproximadamente 7.500 h en el tipo.

### **1.2.2. *Copiloto***

El copiloto era un ciudadano de los Países Bajos de 30 años de edad con una licencia JAR ATPL emitida por las autoridades de los Países Bajos. Su experiencia total de vuelo era 1.747 h y tenía aproximadamente 1.500 h en el tipo.

### 1.3. Registradores de vuelo

El avión estaba equipado con un registrador de voz en cabina (CVR) y un registrador digital de datos de vuelo (DFDR). Cuando se notificó el incidente, se requirió que se desmontasen y leyesen los registradores, pero la información sobre el incidente del CVR ya se había regrabado. El operador proporcionó una transcripción de los datos del DFDR. Del análisis de esos datos se desprende que la turbulencia más severa ocurrió en las coordenadas magnéticas 42.098° N / 3.125° E (provincia de Girona) y se determinó que la aeronave sufrió una aceleración vertical máxima de 2,096 g y una aceleración vertical mínima de -0,255 g cuando la altitud era unos 17.000 ft. Véase un gráfico de la aceleración vertical en la Figura 1. Desde un valor inicial de 230 kt, la velocidad aerodinámica varió entre 250 kt y 220 kt durante el encuentro con la turbulencia. Las aceleraciones horizontal y lateral también variaron durante el suceso (véase Figura 2). El piloto automático y el empuje automático estaban conectados y siguieron conectados durante el encuentro con la turbulencia y posteriormente. Hubo grandes variaciones de ángulos de cabeceo y alabeo en los momentos de máxima aceleración. La altitud no sufrió cambios apreciables, es decir, el avión continuó con su ascenso aproximadamente con la misma velocidad ascensional que traía antes del encuentro.

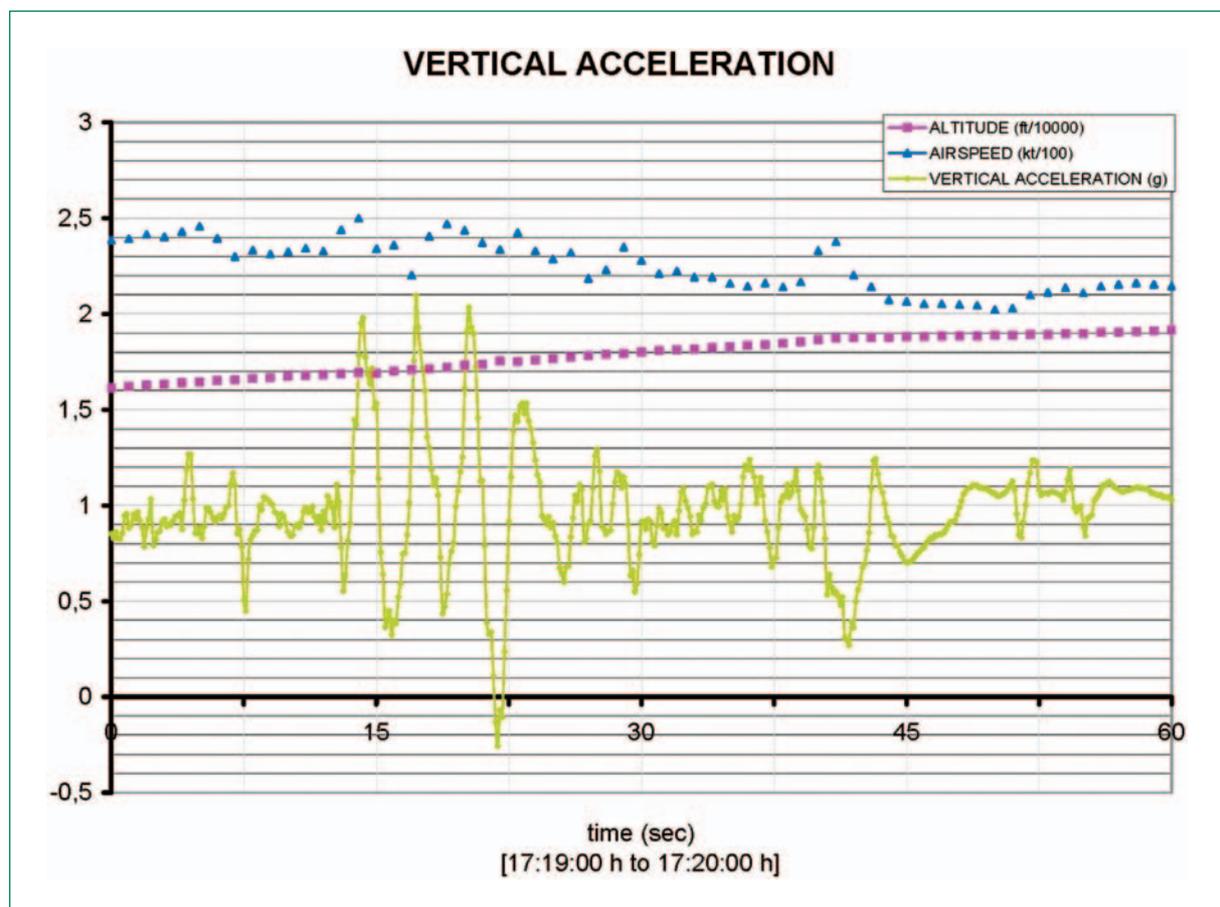


Figura 1

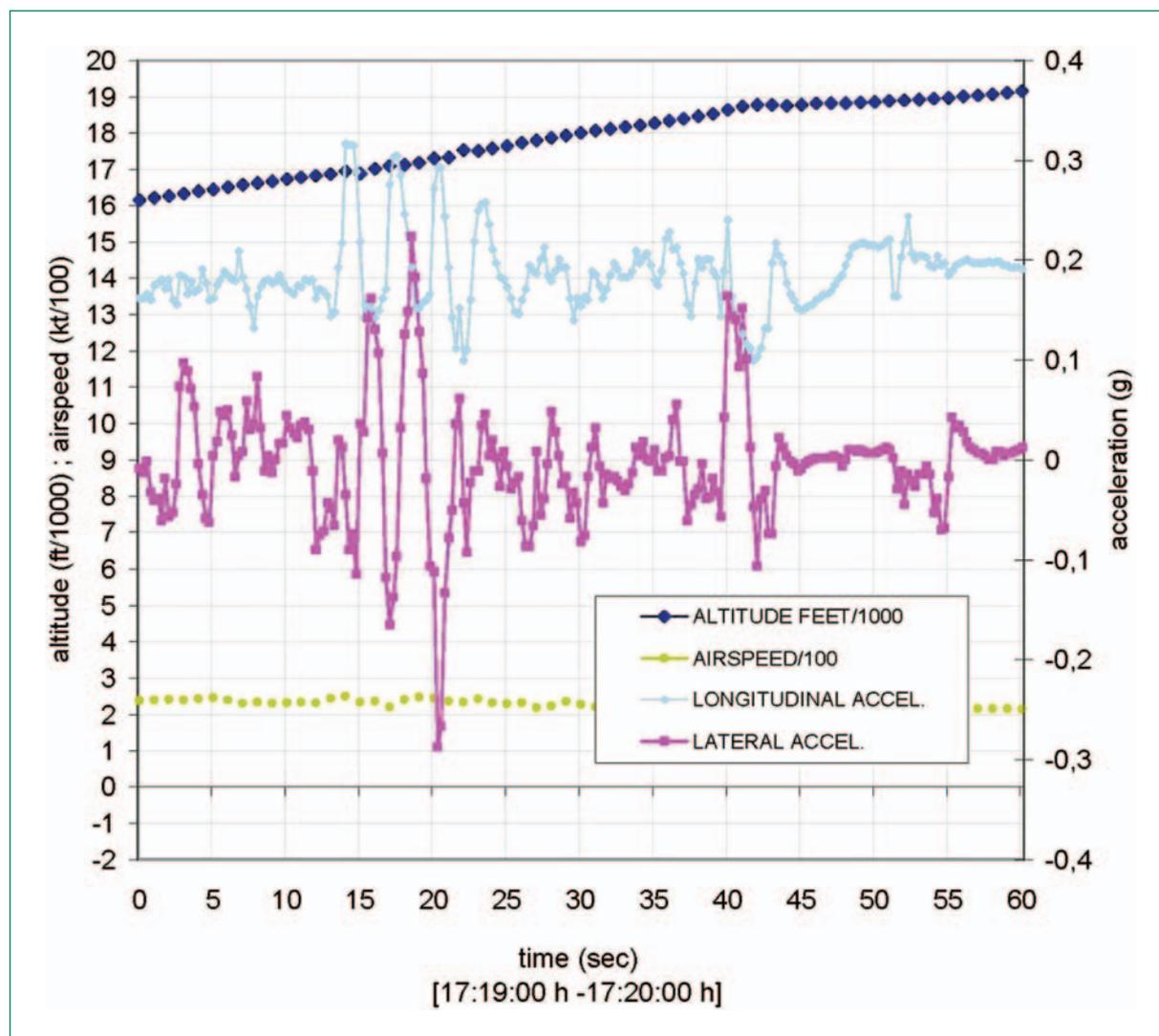


Figura 2

#### 1.4. Información meteorológica

El operador informó que el comandante y el copiloto de la aeronave habían recibido todos los informes meteorológicos relevantes de su Departamento de Operaciones en Girona.

El accidente ocurrió en las coordenadas 42.098° N y 3.125° E

La oficina meteorológica del Aeropuerto de Girona informó que el día del accidente proporcionó al personal del operador a las 16:06 h:

- METAR y TAF de LFPO (París-Orly), LFPB (París-Le Bourget), LFQR (Lille-Losquin), LFPG (París-Charles de Gaulle).

- b) Topografías (viento-temperatura) de los niveles FL180 y FL240.
- c) Mapa significativo del nivel FL100 a FL450.

Los datos meteorológicos del Aeropuerto de Girona del día 8 de julio de 2004 eran los siguientes:

### METAR 17:00 UTC

- Viento: 050/9 kt con rachas de 20 kt. Variación de la dirección 010° a 080°.
- Visibilidad: 10 km o más.
- Nubes: 3 a 4 octas de TCU (cúmulus congestus de gran desarrollo vertical).
- Temperatura: 24 °C. Punto de rocío: 13 °C.
- QNH: 1.016.

### Tablas de vientos y temperaturas previstos sobre Girona a las 18:00 h UTC

Nivel de vuelo	Viento (kt)	Temperatura (°C)
FL050	NW20	10
FL100	W25	0
FL180	SW60	-15
FL300	SW100	-39

Había habido alguna actividad de rayos cerca de la zona en la que se encontró la turbulencia en las dos horas previas (véase el mapa adjunto en la Figura 3).

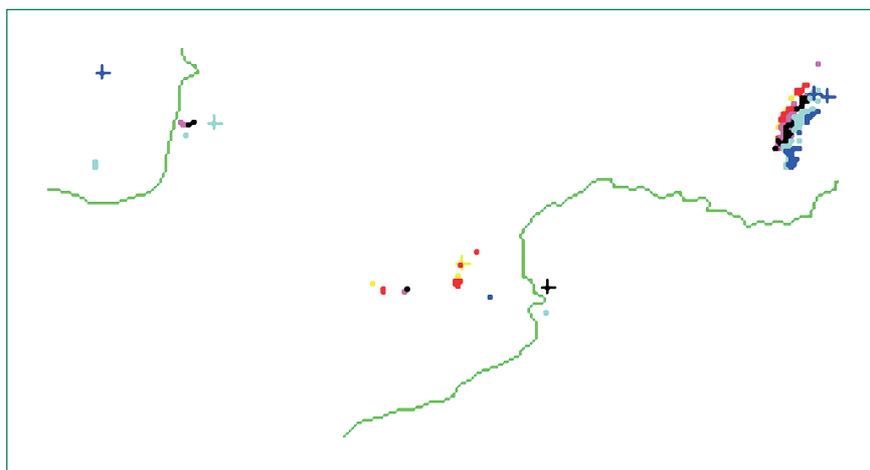


Figura 3. Mapa de rayos entre las 16:00 h y las 18:00 h

El mapa significativo a los niveles FL100 a FL450 de las 18:00 h UTC mostraba una corriente en chorro que atravesaba el este de Cataluña en la dirección SSW-NNE con vientos máximos del SSW de 110 kt en el nivel de vuelo FL330. Posteriormente, cuando esta corriente penetraba en Francia se orientaba en la dirección S-N.

#### Datos del sondeo de Nimes a 12:00 h UTC del 8 de julio de 2004

Altura (m)	Viento	Temperatura (°C)
777	240/14	17,6
1.202	225/18	13,6
1.494	215/20	12,0
1.907	203/24	9,8
2.021	200/25	9,2
2.094	200/26	8,8
2.285	201/28	9,6
2.880	204/35	4,8
3.098	205/38	3,0
3.297	206/40	1,2
3.415	206/42	0,2
3.583	207/44	-1,1
4.661	211/57	-5,9
4.867	212/60	-7,3
4.661	211/57	-5,9
4.867	212/60	-7,3
5.236	213/65	-9,7
5.544	214/69	-11,9

Con todos los datos meteorológicos anteriores, se determinó que el avión en su ascenso, tras su despegue del Aeropuerto de Girona, probablemente encontró vientos que iban girando y arreciando del NW 20 kt en el nivel de vuelo FL050, al SW 52 kt en el nivel de vuelo FL150 y al SW 60 kt en el nivel de vuelo FL180. Posteriormente, si hubiese continuado su ascenso, el viento arreciaría hasta los 100 kt en el nivel de vuelo FL300, aunque sin cambios importantes en la dirección.

Este giro del viento entre los niveles bajos y medios y su reforzamiento desde los niveles bajos hasta el FL300 producirían turbulencias moderadas a fuertes, sobre todo a partir del nivel FL100 hasta el FL300.

El mapa meteorológico a las 17:20 h de la Figura 4 muestra alguna nubosidad en las proximidades de la cordillera de los Pirineos (más reflectividad significa más actividad de precipitación).

Como se aprecia en la Figura 5, el lugar del accidente estaba próximo a una zona de precipitaciones.

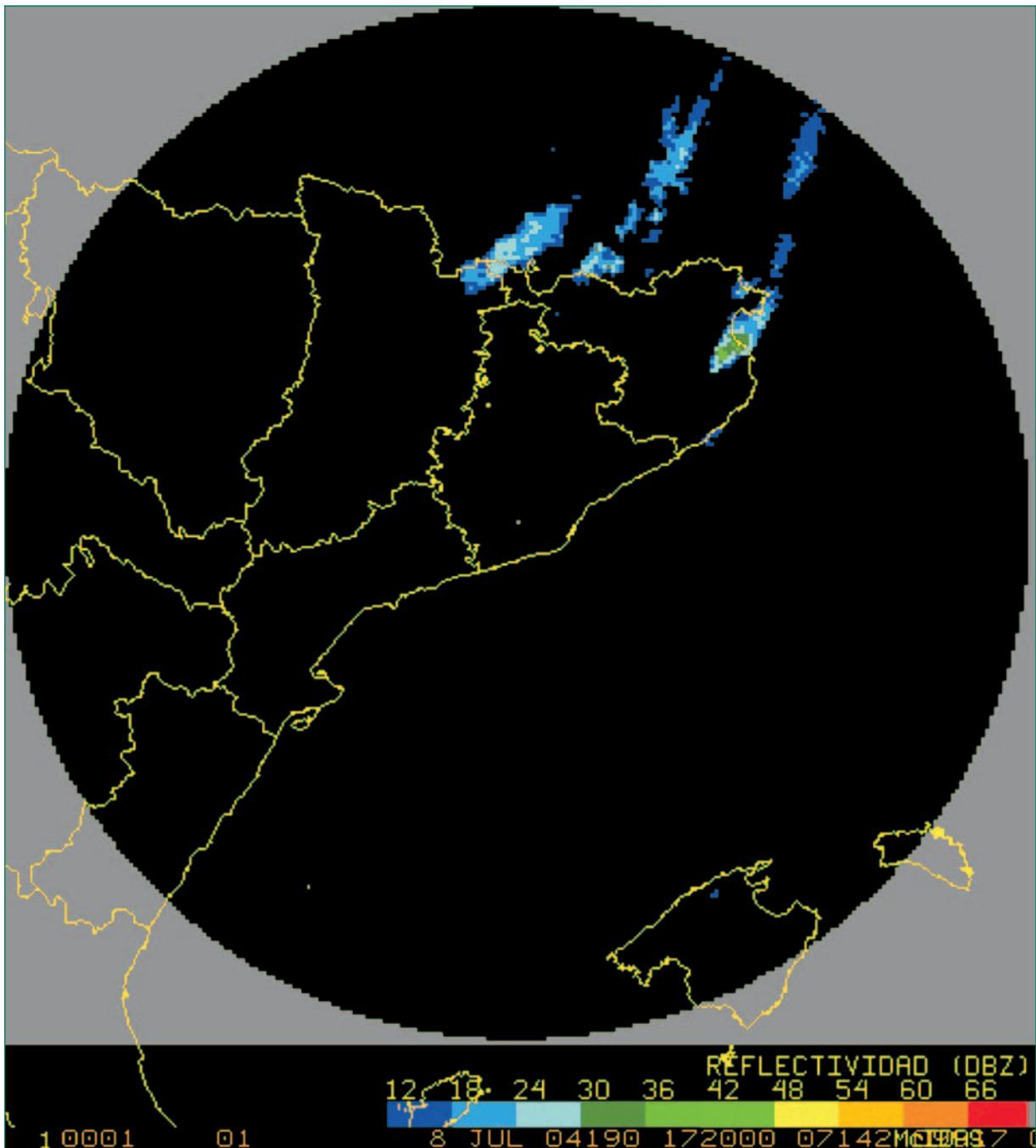


Figura 4. Mapa del radar meteorológico del noreste de España el 8 de julio de 2004 a las 17:20 h

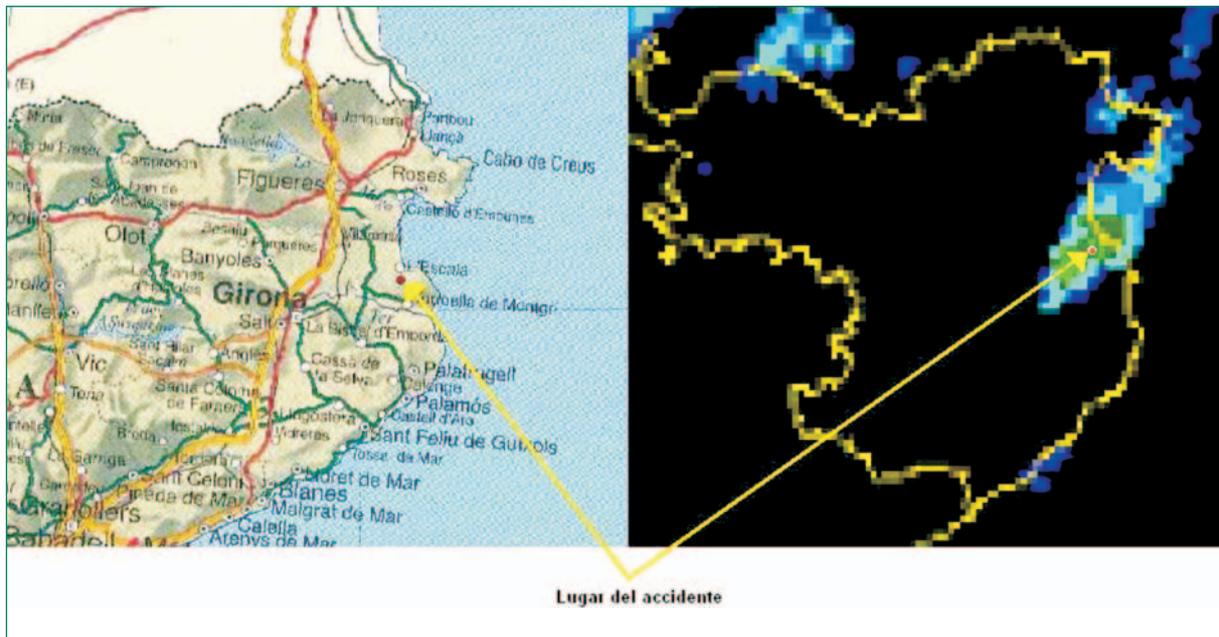


Figura 5. Lugar del accidente y detalle del mapa del radar meteorológico

### 1.5. Procedimientos operacionales

El Manual de Operaciones del operador (Capítulo 8, 8.3.8, Edición 1, 1-12-1998) proporcionaba guías bastante completas sobre las características y el modo de evitar los efectos de la turbulencia atmosférica, al igual que otros fenómenos como hielo, granizo, viento de cizalladura («windshear»), microburst, etc. A continuación se resumen sólo algunas de sus más importantes indicaciones.

La política del operador respecto a tormentas era no intentar volar a través de cualquier área que estuviera cubierta por tormentas en más de tres cuartos de su extensión.

El peligro potencial de la turbulencia, que se encuentra en todas las tormentas, tanto en su interior como por encima de su techo de nubes, por debajo de su base, por delante de su frente y a menudo alrededor de sus bordes, se describía con detalle en el manual, incluyendo el incremento de intensidad producido desde la formación inicial de cúmulos debido a la formación de corrientes ascendentes y descendentes y a la precipitación.

Se indicaba que fuera de nubes se habían producido encuentros con turbulencia en cizalladura a varios miles de pies por encima de la nube, y a 20 millas de separación lateral de una tormenta severa. También se describía que los frentes de ráfagas a menudo se mueven y pueden encontrarse con mucha antelación (hasta 15 millas) de la precipitación asociada. El manual indicaba en otro apartado que aunque la frecuencia e intensidad de rayos no tiene una relación simple con otros parámetros de tormentas, en general las tormentas severas llevan asociada una alta frecuencia de rayos.

Para afrontar la turbulencia, el manual decía que «La velocidad de la aeronave determina la proporción de turbulencia encontrada y los esfuerzos sobre la estructura son menores si el avión se mantiene con una actitud constante y se le permite “navegar las olas” (“ride the waves”)» en lugar de intentar mantener una altitud constante, lo que puede ser virtualmente imposible.

Respecto al uso del radar meteorológico, el manual subrayaba el hecho de que «el radar se proporciona para evitar las tormentas y no para penetrar en áreas de actividad tormentosa» y que sólo es capaz de detectar gotas de precipitación (en la forma de lluvia o granizo) y no turbulencia como tal.

Se proporcionaban instrucciones detalladas sobre el uso del radar a las tripulaciones, incluyendo la necesidad de usar el TILT y cambiar el modo de «WEATHER» del radar en el caso de presencia de cúmulo nimbo o cuando se prevea la posibilidad de tormentas. También se hacía referencia al manual de operaciones de la aeronave (AOM) para información adicional.

Los procedimientos operacionales proporcionaban guías sobre las distancias para circunvalar tormentas, las cuales deberían ser sobrevoladas al menos con 5.000 ft de separación vertical y de 5 a 10 MN de separación lateral entre 0 y 20.000 ft de altitud de vuelo dependiendo en la intensidad de los ecos en el radar meteorológico.

También se proporcionaban bastantes instrucciones generales para la penetración de turbulencia (en los casos en los que no se pudiera evitar). En particular, se debía pedir a los tripulantes de cabina que aseguraran la cabina de pasajeros y avisar a los pasajeros. El piloto automático debía permanecer conectado (con el modo de mantenimiento de altitud desconectado) y se debía volar con actitud constante usando una velocidad indicada de penetración de turbulencia de 280 kt hasta FL280 y evitando grandes movimientos de los mandos. Se debía establecer un empuje constante para mantener esta velocidad.

Adicionalmente, el procedimiento del operador para el servicio a bordo era que por encima de 3.000 ft en condiciones estables de vuelo el comandante señalará que hay condiciones seguras para que los tripulantes de cabina abandonen sus asientos. Según la información proporcionada por el operador, en esta ocasión el comandante no proporcionó esa señal a los tripulantes de cabina hasta pasados los 10.000 ft, cuando en su opinión la situación estaba libre de problemas potenciales.

## 1.6. Información sobre la aeronave

El «Flight Crew Operations Manual» de Boeing tenía un suplemento titulado «Supplementary Procedures - Adverse Weather» que databa del 26 de abril de 2004, y que incluía un párrafo titulado «Turbulencia». Este suplemento distinguía entre turbulencia ligera o moderada y turbulencia severa.

*«Turbulencia*

Durante el vuelo en turbulencia ligera a moderada, el piloto automático y/o empuje automático deben permanecer conectados a menos que haya objeciones a las actuaciones del avión. Se puede esperar un incremento de actividad de las palancas de empuje cuando se encuentren cambios de viento, temperatura y grandes variaciones de presión. Se pueden anticipar también variaciones de velocidad de 10 a 15 kt.

Señales de pasajeros ..... ON

Avisar que los pasajeros se abrochen los cinturones de seguridad antes de entrar en áreas en las que se haya informado o se prevea turbulencia. Avisar a los tripulantes de cabina que comprueben que todos los cinturones de los pasajeros están abrochados.

*Turbulencia severa*

Empuje automático ..... DESCONECTAR  
Piloto automático (A/P) ..... CWS

Los indicadores del estatus del piloto automático indican CWS («control wheel steering») para cabeceo y alabeo.

*Nota:* Si se produce un compensado continuo, desconectar el piloto automático.

Interruptores ENGINE START ..... FLT (Vuelo)  
Empuje ..... Set (Ajustar)

Ajustar empuje como se requiera para la fase de vuelo. Cambiar el ajuste de empuje sólo si se requiere para modificar una tendencia de la velocidad inaceptable.»

Esta velocidad era 280 kt o 0,76 M (número de Mach) para la fase de ascenso.

**1.7. Información adicional****1.7.1. Salidas normalizadas por instrumentos (SID) en el Aeropuerto de Girona**

El avión estaba usando la SID Bagur 1Z. Otra posibilidad era usar ALBER 2G (véase Figura 6), que proporcionaba un camino más directo hacia el norte. El operador informó que esta ruta fue seleccionada por razones de meteorología. Sin embargo, la tripulación probablemente no tenía la información del radar meteorológico de tierra (véase la Figura 4) porque ese mapa muestra que había alguna nubosidad activa en el área del golfo de Rosas y al norte del VOR de BAGUR sobre las 17:20 h (el despegue se efectuó hacia las 17:12 h y el accidente ocurrió sobre las 17:19 h), aunque el nivel de precipitación era probablemente ligero o como máximo moderado. Por el contrario, la trayectoria de la SID ALBER 2G parecía tener menor nubosidad.

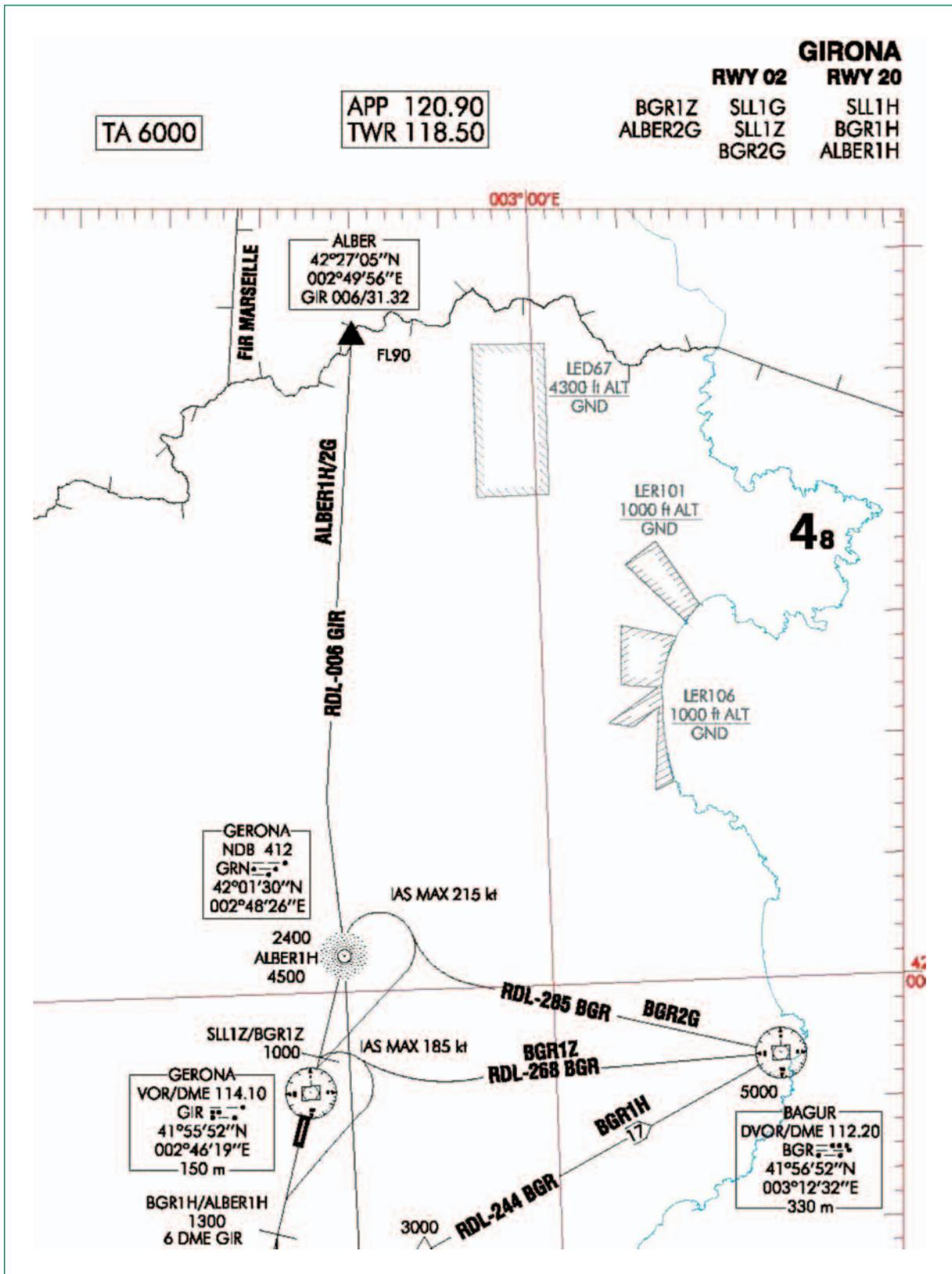


Figura 6. Salidas normalizadas por instrumentos en el Aeropuerto de Girona

### 1.8. Uso del radar meteorológico

Los radares meteorológicos de a bordo actuales sólo pueden detectar precipitación (gotas de agua, lluvia, granizo, nieve, etc.) en el interior de las nubes. La turbulencia en aire claro o en el interior de tormentas sin precipitación no es detectada por este equipo. La conciencia y el no volar por encima o por debajo de nubes peligrosas teniendo en cuenta esta limitación es el único modo de evitar que la turbulencia afecte al avión.

El uso de la característica de TILT (es decir, el cambio del ángulo que el plano de la antena forma con la horizontal) del radar meteorológico se considera uno de los factores más críticos para detectar el nivel de precipitación en el interior de un cúmulo nimbo y, de ese modo indirecto, poder anticipar que cierta turbulencia pudiera estar asociada al mismo. Si esta característica no se usa de modo conveniente, la efectividad del radar podría disminuir hasta el punto de que la tripulación no sea capaz de detectar los niveles de peligro asociados a un área de nubosidad. En el caso del vuelo del accidente, con el avión en una actitud de ascenso, el nivel de precipitación por debajo de la trayectoria del avión no sería presentado en el radar a menos que se utilizase la inclinación (TILT) adecuada de la antena.

## 2. ANÁLISIS

De los testimonios recogidos se desprende que la información meteorológica relevante había sido proporcionada por el departamento de operaciones del operador a la tripulación antes del vuelo. Esta información mostraba que, debido a los fuertes vientos que estaban «girando» o cambiando de dirección al incrementarse los niveles de vuelo, se podría encontrar turbulencia cerca de la costa de la provincia de Girona.

El ATC proporcionó la salida normalizada por instrumentos BAGUR 1Z, que incluía poner rumbo al VOR de Bagur y después girar al norte hacia el punto de notificación KANIG.

El vuelo fue normal después del despegue de GRO. La tripulación de vuelo estaba volando el avión con referencia visual a las nubes de las inmediaciones, puesto que eran conscientes que su proximidad a una de aquellas nubes podría suponer un peligro para la aeronave debido a que se trataba de «towering cumulus», TCU o cúmulo congestus de gran desarrollo vertical. Es normal volar con giros en S en esas condiciones intentando evitar la presencia de nubosidad peligrosa, bien por referencia visual o bien por referencia al radar meteorológico, cuyo uso era en este caso requerido por los procedimientos del operador.

Por lo tanto, la tripulación era consciente, tanto por la información meteorológica prevuelo como por observación visual de las nubes de la zona, que existía la posibilidad de encuentros con turbulencia. Sin embargo, es obvio que no anticipaban que esa turbulencia pudiera ser tan severa como la que se encontró unos minutos después. En cual-

quier caso, la tripulación esperó hasta que alcanzaron los 10.000 ft de altitud antes de indicar a la tripulación de cabina que podían comenzar el servicio tras el despegue, en lugar de los 3.000 ft, que es el momento especificado por la compañía en el caso de condiciones estables de viento.

Visto el resultado del encuentro con la turbulencia, parece que el comienzo del servicio a bordo se debería haber realizado más tarde, debido a las condiciones atmosféricas que cabía esperar, y, por tanto, se realiza una recomendación al operador para que refleje este hecho en sus procedimientos.

Después, el cumplimiento con las instrucciones del ATC de volar directo a KANIG impuso la necesidad de volar hacia una gran nube que fue observada por la tripulación. Aunque intentaron mantenerse alejados de ella, tanto vertical (aproximadamente 1.000 o 1.500 ft) como lateralmente (aproximadamente 10 MN), la rápida expansión de la nube, según recordaba la tripulación, dejó poco tiempo para reaccionar y realizar un giro de 180° para escapar de la nube. La turbulencia fue severa, especialmente en el sentido descendente, aunque las cargas de vuelo certificadas de la aeronave no se excedieron (las aceleraciones verticales estuvieron entre +2,096 g y -0,255 g, frente a las cargas límite de +2,5 g y -1,0 g con flaps arriba).

Los procedimientos operacionales del operador proporcionaban consejo respecto a los peligros asociados con las tormentas, y se mencionaba que deberían ser sobrevoladas al menos con 5.000 ft de separación vertical y de 5 a 10 millas de separación lateral entre 0 y 20.000 ft de altitud de vuelo dependiendo de la intensidad de los ecos en el radar meteorológico. En este caso, el techo de la nube fue sobrevolado a una altura menor que la recomendada (1.500 ft en lugar de 5.000 ft según la declaración del comandante), aunque también la actividad de precipitación de la nube era menor que la de una tormenta y, por tanto, los procedimientos citados podían no ser del todo aplicables.

En cualquier caso, el piloto informó que no se observaba nada en el radar meteorológico. Se desconoce el ángulo de inclinación exacto que se usó en la antena, porque teniendo en cuenta la zona de nubosidad mostrada en la Figura 4, al menos algunos ecos deberían haber aparecido en la pantalla del radar de a bordo. Por ello, se considera conveniente emitir una recomendación de seguridad para que se distribuya información adicional a las tripulaciones sobre el uso efectivo del radar meteorológico.

Una vez que el avión entró en el techo de la nube y la turbulencia comenzó, el piloto automático y el control automático de empuje permanecieron conectados, lo cual era requerido por los procedimientos operacionales del operador y el fabricante en el primer caso, aunque no en el caso del control de empuje. Es probable que lo repentino e inesperado de la situación dejase a la tripulación sin tiempo para reaccionar de acuerdo a dichos procedimientos.

Todos los pasajeros estaban sentados y con los cinturones abrochados, pero la tripulación ya había sido autorizada a preparar el servicio. Las dos tripulantes situadas en la parte trasera del avión fueron las más afectadas, como ha sucedido en anteriores casos de encuentros con turbulencia. El daño al interior del avión fue minimizado por su rápida decisión de guardar el carro de bebidas, que de otro modo hubiera sido lanzado violentamente contra el techo produciendo daños importantes.

Después de que se produjeron las heridas, llevó un período estimado de 8 min hasta que la tripulación de vuelo supo que al menos una tripulante de cabina estaba herida de gravedad. Entonces, el piloto al mando tomó rápidamente la decisión de regresar a GRO. Se considera que ésta fue una decisión conservativa y bien fundada desde el punto de vista de la seguridad, ya que no había personal médico a bordo y París todavía estaba a aproximadamente una hora y media de vuelo desde su posición. Se considera que la gravedad de las heridas de la tripulante número 3 justificaba esta decisión.

Es práctica habitual en vuelos de transporte aéreo comercial de pasajeros el recomendar a los pasajeros que mantengan abrochados sus cinturones de seguridad siempre que estén sentados, aunque no existe obligatoriedad para ello excepto en ciertas fases del vuelo o cuando sea requerido por la tripulación. Esta práctica intenta disminuir el número de pasajeros heridos por encuentros con turbulencia, que es probablemente una de las más importantes causas de daños personales en vuelos de línea aérea.

Sin embargo, el presente suceso pone de nuevo de manifiesto el riesgo debido a turbulencia que afrontan los tripulantes de cabina que están de pie en muchas fases del vuelo, tanto para realizar un imprescindible servicio de seguridad a bordo, como para llevar a cabo otros servicios de carácter comercial que también son de gran importancia para las compañías. Este riesgo proviene en general de dos tipos de turbulencia: turbulencia en aire claro (CAT) y turbulencia asociada a nubosidad y precipitación.

Por sus características intrínsecas, es muy difícil anticipar o prevenir los encuentros repentinos con turbulencia en aire claro, como los que se producen en el Atlántico (a modo de ejemplo, la CIAIAC investiga el encuentro con CAT ocurrido el 26-02-2004 en un B-747 en ruta desde Buenos Aires a Madrid, en el que una pasajera resultó herida grave, y también otro suceso ocurrido el 20-01-2005 a un B-767 en vuelo de crucero desde Santo Domingo a Madrid, en el que una tripulante de cabina resultó herida grave).

Sin embargo, deberían aumentarse los esfuerzos para minimizar la incidencia de casos de encuentros con turbulencia asociada a nubosidad o precipitación que pueden ser anticipados, en cierto grado, mediante el uso adecuado de información meteorológica prevuelo, radar meteorológico de a bordo, y la adopción de medidas conservativas para que todos los ocupantes del avión se encuentren sujetos por los cinturones en el caso de que haya cierta probabilidad de tales encuentros, aunque para ello deban retrasarse o cancelarse los servicios comerciales a bordo proporcionados por los tripulantes auxiliares.

### 3. CONCLUSIÓN

Se considera que la causa del accidente fue un encuentro con turbulencia de severidad inesperada después de que los tripulantes de cabina habían sido autorizados a comenzar el servicio a los pasajeros, debido a la proximidad de la trayectoria del avión con un cúmulus congestus de gran desarrollo vertical.

### 4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

**REC 11/05.** Se recomienda al operador de la aeronave que sus procedimientos operacionales sean revisados para incluir las condiciones mínimas bajo las cuales los tripulantes de cabina pueden comenzar el servicio a los pasajeros tras el despegue cuando se prevean encuentros con turbulencia asociada a nubes.

**REC 12/05.** Se recomienda al operador de la aeronave que se proporcione formación y entrenamiento adicional a las tripulaciones de vuelo sobre el uso efectivo del radar meteorológico y sus limitaciones en cuanto a detección de turbulencia.

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Martes, 28 de septiembre de 2004; 17:40 h</b>
Lugar	<b>Aeropuerto de Salamanca (Salamanca)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-FPO</b>
Tipo y modelo	<b>SOCATA TOBAGO TB-10</b>
Explotador	<b>Adventia</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>TEXTRON LYCOMING O-60-A1AD</b>
Número	<b>1</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad	<b>19 años</b>
Licencia	<b>Alumno piloto</b>
Total horas de vuelo	<b>31:35 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>31:35 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>1</b>
Pasajeros			
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Importantes</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Aviación general – Instrucción – Solo</b>
Fase del vuelo	<b>Aterrizaje – Toma de contacto</b>

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Resumen del vuelo

La aeronave realizaba un vuelo local de instrucción desde el Aeropuerto de Salamanca. El único tripulante era un alumno que llevaba a cabo una práctica de curso. Durante la maniobra de aterrizaje el piloto ejecutó la recogida desde mayor altura a la recomendada provocando que, al tocar la pista, la aeronave volviera al aire. Al descender de nuevo tras el bote, la aeronave cayó con actitud de morro bajo provocando el contacto con la hélice sobre la pista y el colapso de la pata de morro.

La rueda de la pata de morro resultó seccionada a la mitad del recorrido del amortiguador, el carenado destruido y la hélice con las puntas erosionadas y dobladas hacia atrás.

El piloto resultó ileso.

La causa más probable del suceso fue la realización de una maniobra de recogida para el aterrizaje a una altura sobre la pista más elevada de la aconsejable para la trayectoria con alto ángulo de descenso que llevaba la aeronave.

**RESUMEN DE DATOS**

**LOCALIZACIÓN**

Fecha y hora	<b>Martes, 23 de noviembre de 2004; 13:00 h</b>
Lugar	<b>Playa de Voramar. T. m. de Benicassim (Castellón)</b>

**AERONAVE**

Matrícula	<b>EC-EJH</b>
Tipo y modelo	<b>CESSNA TU-206-G</b>
Explotador	<b>Club Esportiu Caiguda Lliure</b>

**Motores**

Tipo y modelo	<b>CONTINENTAL TSIO-520-M</b>
Número	<b>1</b>

**TRIPULACIÓN**

**Piloto al mando**

Edad	<b>25 años</b>
Licencia	<b>Piloto comercial de avión</b>
Total horas de vuelo	<b>760 h</b>
Horas de vuelo en el tipo	<b>260 h</b>

**LESIONES**

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			<b>1</b>
Pasajeros			<b>2</b>
Otras personas			

**DAÑOS**

Aeronave	<b>Importantes</b>
Otros daños	<b>Ninguno</b>

**DATOS DEL VUELO**

Tipo de operación	<b>Aviación general – No comercial – Otros</b>
Fase del vuelo	<b>Descenso</b>

## 1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

### 1.1. Reseña del vuelo

El avión despegó del Aeródromo de Castellón a las 11:55 h para realizar un vuelo local, con el fin de comprobar sus equipos de comunicaciones. Era el primer vuelo del día.

Ascendió a 3.500 ft y realizó una primera prueba, y a continuación una segunda prueba sobre el pueblo de Cabanes.

El piloto decidió entonces regresar al campo por la línea de costa. Sobre Oropesa notificó posición a 2.000 ft. Por motivos de tráfico se realizó una espera, durante la que efectuó varios virajes pronunciados.

Una vez que la situación del tráfico lo permitió, procedió a regresar al campo. Volando a 800 ft y en vuelo nivelado y recto, se apreció un rateo en el motor, cayendo la presión de admisión a 14". El piloto, según su declaración, intentó recuperar el régimen del motor adelantando con la mano las tres palancas: potencia, paso y mezcla, subiendo inmediatamente la potencia a 16" o 17" y bajando de golpe a 13" o 14", no dando después ni indicación de potencia ni de fuel flow.

Avisó del fallo del motor mientras intentaba rearrancar. De nuevo lo intentó cebando el motor con la bomba sin conseguirlo.



Foto 1. Vista de la aeronave parcialmente sumergida en el mar Mediterráneo

A continuación se encontró con el agua mientras seguía intentando volver a arrancar el motor.

El avión se hundió en las proximidades de la orilla de la playa, quedando sumergido a excepción de la cola y la punta de su plano derecho.

### 1.2. Lesiones a personas

El piloto presentaba un golpe en la cabeza y heridas leves en los ojos por la rotura de los cristales de sus gafas, y una pasajera sufrió una fractura en un dedo del pie.

A pesar de dichas lesiones, los tres ocupantes de la aeronave pudieron abandonarla por sus propios medios.

### 1.3. Daños sufridos por la aeronave

El avión amerizó en el agua a unos 50 m de la playa, quedando totalmente sumergido a excepción del empenaje de cola y la punta del plano principal derecho. Posteriormente se remolcó hasta la arena.

Los daños que se apreciaron en la aeronave, una vez en la playa, son los siguientes:



Foto 2. Detalle de daños en estabilizador horizontal derecho

- Pérdida del tren de morro completo y de la rueda del tren principal izquierdo.
- La riostra del plano izquierdo y el flap izquierdo presentan deformaciones importantes.
- Flap derecho con deformaciones.
- Dos de las tres palas de la hélice dobladas hacia atrás.
- Empenaje horizontal deformado.
- Capot motor con abolladuras.
- Carenado inferior motor deformado, así como el conducto de entrada de aire al motor.
- Cono de cola roto durante la operación de extracción del avión.
- Rotura del cristal de cabina en la parte inferior izquierda.

*Nota:* La mayor parte de los daños en el empenaje de cola y en los flaps y riostras fueron producidos en la operación de extracción del avión del agua.

#### 1.4. Información sobre el personal

Los datos más importantes de experiencia y titulación del piloto al mando de la aeronave se muestran en la tabla siguiente.

Información sobre el piloto		
Edad	25 años	
Nacionalidad	Española	
Licencia	Piloto comercial de avión	
<i>Habilitación (validez)</i>	IR(A)	
	ME	
	SE PISTON (LAND)	
	05-12-2004	
<i>Experiencia</i>	Total	760 h
	En el tipo	260 h
	Últimos 90 días	152 h
	Últimos 30 días	34 h
<i>Actividad</i>	Hora de comienzo actividad aérea	10:55 h
	Descanso previo	Más de 24 h
<i>Certificado médico</i>	Tipo	Clase 1
	Fecha	27-07-2005

## 1.5. Información sobre la aeronave

Información general		
Matrícula	EC-EJH	
Fabricante	Cessna Aircraft Corp.	
Modelo	TU-206-G	
Número de serie	U206 04172	
Año de fabricación	1981	
<i>Motor</i>	Fabricante	Continental
	Modelo	TSIO-520-M
	Número de serie	511215
<i>Hélice</i>	Marca	McCauley
	Modelo	D3A34C402
<i>Certificado de aeronavegabilidad</i>	Clase	
	<i>Empleo</i>	Categoría: Privado
		Prestación: VFR (3). Normal
		Modalidad: N/A
	Número	2733
	Emisión	
Validez	25-08-2005	

Características técnicas		
<i>Dimensiones</i>	Envergadura	10,80 m
	Altura	3,20 m
	Longitud	8,90 m
<i>Limitaciones</i>	Peso máximo despegue	1.634 kg
	Tripulación mínima	1
<i>Última renovación</i>	26-08-2004	

Información de mantenimiento		
<i>Aeronave</i>	Horas	3.787:35 h
<i>Motor</i>	Horas	3.787:35 h
<i>Últimas inspecciones</i>	Aeronave y motor	04-11-2004 Rev. A 30-09-2004 Rev. A+B

## 1.6. Información meteorológica

Los datos facilitados por la oficina meteorológica del Aeropuerto de Valencia, referidos a dicho aeropuerto en el momento del accidente, son los siguientes:

- Viento de variable de 03 kt de velocidad.
- Visibilidad mayor de 10 kilómetros.
- Nubes cubriendo de 5 a 7 octas con base a 2.500 ft y a 16.000 ft.
- Temperatura: 17 °C.
- Punto de rocío: 11 °C.
- QNH: 1.026 hPa.

## 1.7. Comunicaciones

Las comunicaciones se efectuaron sin problemas con el Aeródromo de Castellón en la frecuencia del aeroclub.

En ningún momento establecieron comunicaciones con el Centro de Control de Tránsito Aéreo de Valencia.

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

El impacto con el mar debió ser violento. Al parecer, el piloto «se encontró» con el agua mientras intentaba rearrancar el motor. No preparó el avión para el amerizaje (no sacó los flaps).

No hubo dispersión de restos.

Los restos se sacaron del mar hasta la playa arrastrando el avión, primero tirando de la cola y posteriormente de las riostras, lo que sin duda produjo daños adicionales. El avión permaneció dentro del agua unas dos horas y media.

## 1.9. Supervivencia

El avión quedó en la superficie inmediatamente después del impacto inclinado hacia el lado del piloto, comenzando a hundirse de morro.

Los pasajeros salieron por sus medios por la puerta derecha en la parte trasera de la cabina. El piloto no pudo abrir su puerta por la presión del agua, pero se desató y salió por la misma puerta que el pasaje.

## 1.10. Ensayos e investigaciones

### 1.10.1. *Inspección de la aeronave*

El avión fue remolcado a la playa, en donde se inspeccionó inicialmente el avión.

Se realizaron las siguientes comprobaciones:

Los depósitos se vaciaron de combustible en unos bidones. Las cantidades vaciadas fueron las siguientes:

- Depósito izquierdo: aprox. 26 litros.
- Depósito derecho: aprox. 50 litros.

No se pudo apreciar una cantidad significativa de agua en ninguno de los bidones.

En el depósito derecho aún quedaron restos de combustible. El izquierdo quedó completamente vacío debido a la inclinación del avión en la playa hacia la izquierda.

La llave selectora de combustible se encontraba en la posición izquierda.

La llave selectora de magnetos estaba en BOTH («ambas»).

Las palancas de mezcla, paso y potencia estaban totalmente avanzadas.

Los flaps estaban totalmente recogidos (0°).

Se desconectó la tubería de combustible antes de la entrada al filtro: seleccionando con la llave el depósito derecho, el pequeño remanente de combustible fluyó normalmente. Seleccionando el izquierdo, casi no salió combustible debido a la inclinación del avión y estar el depósito vacío.

Se comprobó el nivel de aceite en el motor, siendo correcto.

Se comprobó el giro libre del motor moviendo a mano la hélice: su giro fue normal y sin durezas.

Se desmontaron las bujías de cilindros opuestos para comprobar restos de combustión, siendo su estado normal.

Se realizó una inspección visual del cableado eléctrico desde magnetos hasta bujías, y se comprobó el estado de las tuberías de combustible hasta inyectores, siendo todo correcto.

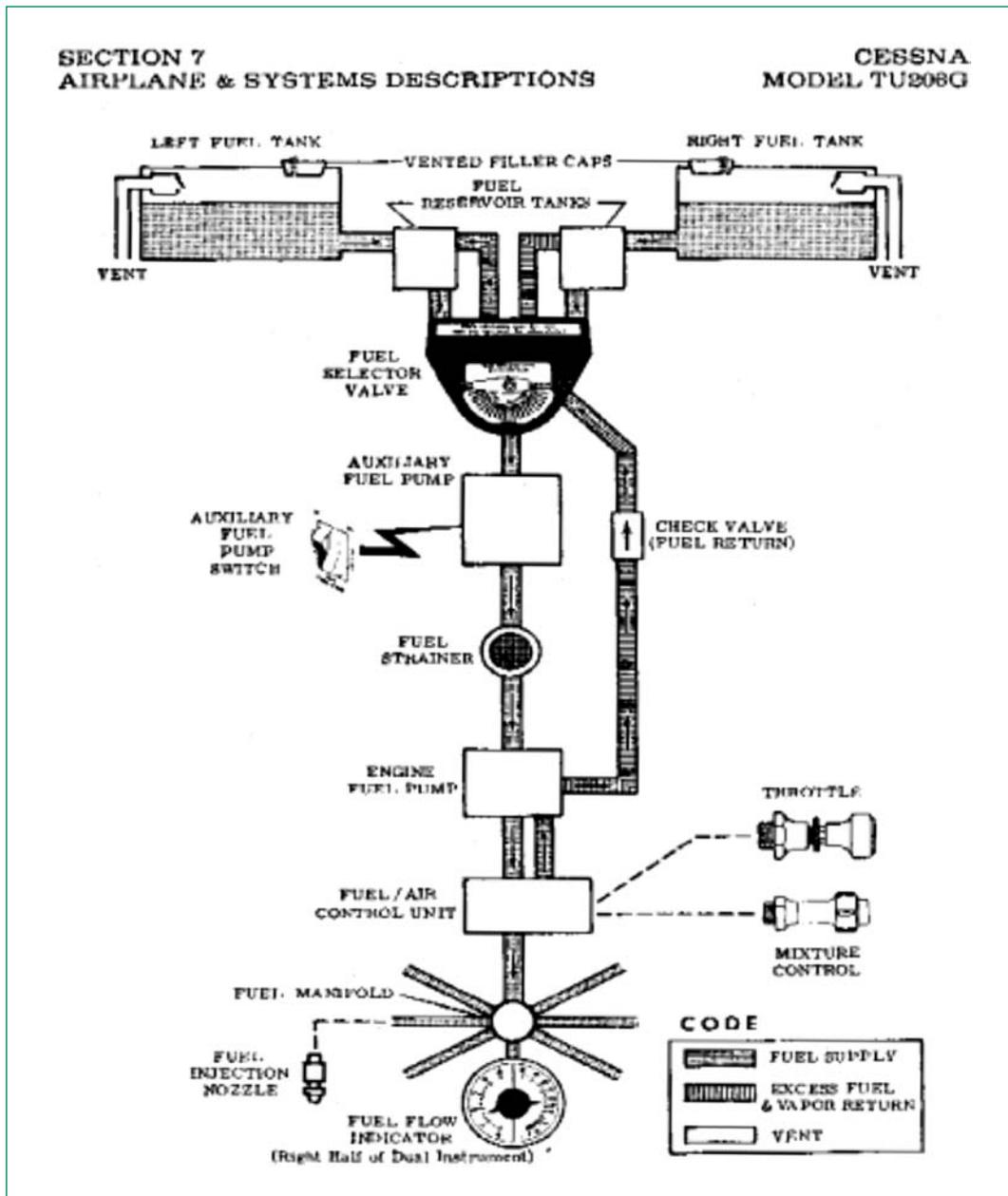


Figura 1. Esquema del sistema de combustible

Se comprobó el libre recorrido de las palancas de mezcla, potencia y paso, no apreciándose ninguna dureza y verificando que mezcla y potencia actuaban sobre el «FUEL-AIR CONTROL UNIT».

Posteriormente, con la aeronave en el Aeródromo de Castellón, se realizaron las siguientes pruebas:

Se comprobaron las tuberías de salida de combustible en los planos derecho e izquierdo, así como la ventilación de los depósitos, no encontrándose ninguna obstrucción.

Se conectaron tuberías para alimentar por gravedad al sistema de combustible, desde los puntos de conexión de las tuberías de combustible a los planos.

Con un taladro se hizo girar a la bomba mecánica de combustible y se comprobó que salía combustible por los inyectores, seleccionando desde la selectora, primero, el plano izquierdo, y luego, el derecho, siendo en todo momento correcta la inyección.

También se destapó el distribuidor de inyección, estando su filtro limpio y sin restos de suciedad en el fondo.

Se comprobó que en la llave de las magnetos no hubiese una derivación a masa que hubiese inutilizado a las dos magnetos; también se comprobó su funcionamiento en las posiciones 1, 2 y ambas. Todas las pruebas fueron correctas.

Se comprobó el funcionamiento del interruptor de la bomba auxiliar, especialmente en HI, siendo correcto.

En el sistema de admisión de aire, se comprobó que no hubiese obstrucciones en los conductos de admisión, o alguna obturación en el filtro de aire. Sólo se observó un aplastamiento en el conducto de admisión antes del filtro. Probablemente dicha obstrucción se originó por el impacto del morro del avión en el agua o al arrastrar el avión hasta la playa. En el filtro no se apreció nada anormal y el by-pass del mismo funcionaba correctamente.

El turbo giraba libremente y no estaba obstruido.

El piloto manifestó que, siendo el primer vuelo del día, purgó los depósitos y el filtro de combustible antes de iniciar el vuelo, saliendo algo de agua dentro de lo que es normal.

Por otra parte, de acuerdo con la declaración de uno de los pasajeros, el avión realizó sobre Oropesa repetidos giros hacia la izquierda y finalmente uno muy pronunciado a la derecha. A continuación escuchó dos explosiones en el motor. (El piloto manifestó en su declaración no haberlas percibido conscientemente.) A los diez o veinte segundos del último viraje escuchó que el piloto comunicaba a Castellón que tenía el motor parado.

El certificado de aeronavegabilidad del avión estaba en vigor y las últimas revisiones de mantenimiento se efectuaron de acuerdo con el programa aprobado.

### 1.10.2. *Traza radar*

Se dispone de la traza radar de este vuelo, cuyo último registro corresponde a la hora 11:50:34 UTC (12:50:34 hora local). La aeronave respondía en código transponder

7000, que es el estándar para aviación general, sin facilitar información sobre la altitud de la aeronave.

Del análisis de dicha traza se determina que durante los tres últimos minutos registrados, la aeronave estuvo realizando virajes a izquierdas en la zona de Oropesa, que debieron ser bastantes cerrados, puesto que los desplazamientos de la aeronave durante ese período fueron muy pequeños.

### 1.11. Información adicional

Consultado el manual de mantenimiento del avión, en su apartado correspondiente al FUEL SYSTEM se advierte, entre otras cosas, que con menos de 1/4 de depósito lleno, como era el caso del depósito izquierdo, en uso, puede producirse parada de motor después de un vuelo no coordinado prolongado (más de un minuto).

Por otra parte, en el manual de vuelo se indica el procedimiento a seguir para re arranque del motor en vuelo, que es el mostrado en la figura 2.

Con respecto al procedimiento a seguir en caso de amerizaje, el manual de vuelo especifica que debería realizarse de acuerdo al procedimiento que más abajo se reproduce (figura 3).

<b>SECTION 3</b>	<b>CESSNA</b>
<b>EMERGENCY PROCEDURES</b>	<b>MODEL TU206G</b>
 <b>ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Airspeed -- 80 KIAS.</b></li><li>2. <b>Mixture -- IDLE CUT-OFF.</b></li><li>3. <b>Fuel Selector Valve -- OFF.</b></li><li>4. <b>Ignition Switch -- OFF.</b></li><li>5. <b>Wing Flaps -- AS REQUIRED (40° recommended).</b></li><li>6. <b>Master Switch -- OFF.</b></li></ol>	
 <b>ENGINE FAILURE DURING FLIGHT</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Airspeed -- 75 KIAS.</b></li><li>2. <b>Fuel Selector Valve and Quantity -- CHECK.</b></li><li>3. <b>Mixture -- RICH.</b></li><li>4. <b>Auxiliary Fuel Pump -- ON for 3-5 seconds with throttle 1/2 open; then OFF.</b></li><li>5. <b>Ignition Switch -- BOTH (or START if propeller is stopped).</b></li><li>6. <b>Throttle -- ADVANCE slowly.</b></li></ol>	

Figura 2. Procedimiento de re arranque del motor

**DITCHING**

1. Radio -- TRANSMIT MAYDAY on 121.5 MHz, giving location and intentions.
2. Heavy Objects (in baggage area) -- SECURE OR JETTISON.
3. Wing Flaps -- 40°.
4. Approach -- High Winds, Heavy Seas -- INTO THE WIND.  
Light Winds, Heavy Swells -- PARALLEL TO SWELLS.
5. Power -- ESTABLISH 300 FT/MIN DESCENT AT 65 KIAS.
6. Cabin Doors -- UNLATCH.
7. Touchdown -- LEVEL ATTITUDE AT 300 FT/MIN DESCENT.
8. Face -- CUSHION at touchdown with folded coat.
9. Airplane -- EVACUATE through cabin doors. If necessary, open window and flood cabin to equalize pressure so doors can be opened.
10. Life Vests and Raft -- INFLATE.

Figura 3. Procedimiento de amerizaje

Como puede comprobarse, en el punto 3 del procedimiento se indica que debe usarse 40° de flap.

**2. ANÁLISIS**

De acuerdo con las evidencias encontradas, no hay ningún indicio que permita deducir que la parada del motor se debiera a un fallo del mismo o de cualquiera de sus sistemas.

Había cantidad suficiente de combustible a bordo, aunque algo escasa (menos de 1/4 de su capacidad), en el depósito del plano izquierdo, que es el que se usó exclusivamente durante el vuelo.

La investigación de los eventos en los que se ha producido la parada del motor en vuelo ha puesto de manifiesto que la mayor parte de éstas no han sido causadas por fallos del motor, sino por manejos inadecuados.

A la vista de los datos de que se dispone, cabe formular varias hipótesis sobre las causas de la parada del motor:

- De acuerdo con la información del manual de vuelo de la aeronave, el abastecimiento del motor de un tanque que contenga menos de 1/4 de su capacidad puede propiciar la parada del motor, si bien, para que ésta se produzca es preciso, además, que se efectúen virajes no coordinados de más de 1 minuto.

- Otra hipótesis es que, de acuerdo con su propia declaración, el piloto llevaba la mezcla recortada (posiblemente la que ajustó al volar previamente a 3.500 ft), lo que pudo producir falsas explosiones, en caso de que hubiera «metido gases» de una forma rápida en el último viraje. Por otra parte, al adelantar posteriormente de golpe las tres palancas (gases, mezcla y hélice) pudo coadyuvar a la parada del motor.

No obstante, con la información de que se dispone no es posible determinar si la parada del motor se debió a alguno de estos motivos.

El piloto no aplicó el procedimiento adecuado de re arranque en vuelo que aparece en el manual de vuelo del avión, debido a que consideró que no tenía tiempo suficiente para aplicarlo, y tampoco sacó los flaps, con objeto de no aumentar la resistencia y tratar de esta forma de alcanzar la playa, aunque no lo consiguió.

### **3. CONCLUSIÓN**

El presente accidente tuvo su origen en la parada del motor durante el vuelo.

Aunque la causa de dicha parada no ha podido ser determinada de forma inequívoca, el hecho de no haberse detectado ninguna anomalía en el motor o en sus sistemas hace que aparezca como causa más probable de dicha parada un manejo inadecuado del motor.

# ADDENDA

<u>Reference</u>	<u>Date</u>	<u>Registration</u>	<u>Aircraft</u>	<u>Place of the event</u>	
A-059/2004	08-07-2004	EI-DAR	Boeing B-737-800	Prov. of Girona, en route from ..... Girona to Paris Beauvois	47

**Foreword**

These reports are technical documents that reflect the point of view of the Civil Aviation Accident and Incident Investigation Commission (CIAIAC) regarding the circumstances in which happened the events being investigated, with their causes and their consequences.

In accordance with the provisions of Law 21/2003 and Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation, the investigation has exclusively a technical nature, without having been targeted at the declaration or assignment of blame or liability. The investigations have been carried out without having necessarily used legal evidence procedures and with no other basic aim than preventing future accidents.

Consequently, any use of these reports for purposes other than that of preventing future accidents may lead to erroneous conclusions or interpretations.

These reports have originally been issued in Spanish language. The English translations are provided for information purposes only.

---

## Abbreviations

00 °C	Degrees Celsius
ATC	Air Traffic Control
ATPL	Airline Transport Pilot
BVA	Airport of Girona
CAT	Clear air turbulence
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CVR	Cockpit Voice Recorder
CWS	Control Wheel Steering
DFDR	Digital Flight Data Recorder
E	East
FL	Flight level
FLT	Flight
ft	Feet
GRO	Airport of Girona
h	Hour(s)
IAS	Knots of indicated airspeed
kg	Kilogram(s)
kt	Knot(s)
km	Kilometer(s)
METAR	Ordinary Meteorological Report
N	North
NW	Northwest
P.	Province
QNH	Altimeter sub-scale setting to make it to indicate the altitude of the airport above mean sea level during takeoff and landing
S	South
SID	Standard instrument departure
SW	Southwest
TAF	Terminal area forecast
TCU	Towering cumulus
UTC	Coordinated Universal Time
VHF	Very high frequency
VOR	VHF omnidirectional radio range
W	West

**DATA SUMMARY**

**LOCATION**

Date and time	<b>Thursday, 8 July 2004; 17:19 h UTC</b>
Site	<b>P. of Girona, en route from Girona to Paris Beauvois</b>

**AIRCRAFT**

Registration	<b>EI-DAR</b>
Type and model	<b>BOEING B-737-800</b>
Operator	<b>Ryanair</b>

**Engines**

Type and model	<b>CFM56-7</b>
Number	<b>2</b>

**CREW**

	Pilot in command	Copilot
Age	<b>47 years</b>	<b>30 years</b>
Licence	<b>ATPL</b>	<b>ATPL</b>
Total flight hours	<b>11,850 hours</b>	<b>1,747 hours</b>
Flight hours on the type	<b>7,500 hours</b>	<b>1,500 hours</b>

**INJURIES**

	Fatal	Serious	Minor/None
Crew		<b>1</b>	<b>5</b>
Passengers			<b>158</b>
Third persons			

**DAMAGES**

Aircraft	<b>Minor</b>
Third parties	<b>None</b>

**FLIGHT DATA**

Operation	<b>Cial. air transport – Scheduled intern. passengers</b>
Phase of flight	<b>En route – Climb to cruising level</b>

## 1. FACTUAL INFORMATION

### 1.1. History of the flight

On 8 July 2004, approximately at 17:12 h<sup>1</sup>, the aircraft took off from runway 02 of Girona Airport (GRO) in a non-scheduled flight to Paris Beauvois (BVA) with 2 pilots, 4 flight attendants and 158 passengers on board. The autothrottle was engaged and, when the aircraft was at approximately 4,000 ft, autopilot was also engaged.

The weather radar was on and the flight crew visually noticed some clouds around. They headed for Bagur VOR (BGR) as a normal leg of the BGR 1Z standard departure, instead of routing north, for weather avoidance purposes. The ATC cleared them to climb to flight level 180 at 17:14:34 h. The pilot in command stated that he decided to «manage the flight on heading to avoid weather». They were on heading 060° and then the ATC Barcelona instructed them to fly direct to KANIG at 17:16:20 h.

The captain also stated that to fly direct to KANIG they needed to make a 90° turn to the left and to head towards a big cloud, although nothing was noticed on the weather radar (the display appeared in green colour).

Therefore, the captain decided to continue with a heading of 60° «on blue sky» and when he estimated to be around 1,000 or 1,500 ft over the top of the cloud and 10 NM away from it, they turned left towards KANIG while still climbing towards the cleared FL180. This aircraft trajectory kept them away from the cloud but, when flying overhead the cloud (described by the captain to be a towering cumulus or TCU), it expanded very quickly and the crew did not have time to make a 180° turn to avoid it. Then the aircraft went through the active top of the cloud and, when it was at approximately FL170 and 230 kt at 17:18 h, it suffered severe turbulence for around 10 sec.

The cabin crew were standing on the cabin because they had been released by the Captain and were preparing for in-flight service. No passenger was standing because the seat belt was still on. According to the statements gathered, there were two flight attendants working at the back of the cabin setting up the drink trolley to start the service when light turbulence started. Within seconds the turbulence became stronger and the plane started shaking very badly. The flight attendants had managed to re-stow the trolley quickly when suddenly one of them (cabin attendant n° 3) was hitting the ceiling, and then the door and the door handle with her head. Eventually she could reach her jump seat and fastened the seat belt. After turbulence finished, she noticed she could not move because of her injuries. The other flight attendant located at the rear part was also thrown up and down violently, before having time to sit and fasten her

<sup>1</sup> All the times are UTC times unless otherwise noted. It is needed to add 2 h to obtain local time.

seat belt. She suffered contusions and bruises, and later noticed that her colleague was seriously injured and called the supervisor.

At 17:19:28 h the aircraft was transferred to Marseille ATC centre, and the flight crew acknowledged without reporting any problem. The aircraft was cleared to climb to FL280 and, when approaching that level, the flight crew were advised by the cabin crew that cabin attendant n° 3 was seriously injured, and the captain decided to return to Girona. He requested in French and English languages whether there was a doctor or nurse on board, but there was none. The aircraft started a left turn from 315° at approximately 17:28 h.

At 17:30:04 h Marseille ATC centre called Barcelona ATC to state that flight RYR910C was going back to Girona «because he has a passenger ill». At 17:35:34 h the flight contacted again Barcelona ATC when they were passing through FL210. They were directed to runway 02 of GRO. During the descent, the flight crew requested the ATC to have medical assistance prepared on ground.

They landed back at Girona Airport at 17:52 h. Medical assistance was ready when they went to the apron.

The seriously injured flight attendant was taken to hospital, with two fractures in the ankle and other injuries that needed stitches. The other flight attendant suffered several bruises caused by an undetermined part of the aircraft in the rear galley area, although she was not taken to hospital. No further injuries were reported.

The aircraft departed again towards BVA at 19:41 h without several passengers that decided not to travel.

## **1.2. Personnel information**

### **1.2.1. Pilot in command**

The captain was a 47 years old French national. He had a French National airline transport pilot license. The total flying experience was 11,850 h. He had approximately 7,500 h on type.

### **1.2.2. First officer**

The first officer was a 30 years old Dutch national with a Dutch JAR ATPL. His total flying experience was 1,747 h and he had approximately 1,500 h on type.

### 1.3. Flight recorders

The aircraft was equipped with a cockpit voice recorder (CVR) and a digital flight data recorder (DFDR). When the incident was notified, the recorders were requested to be downloaded, but the CVR had already been over recorded. The operator provided a transcript of the DFDR. From the analysis of those data, it seems the strongest turbulence happened at the magnetic coordinates 42.098° N / 3.125° E (province of Girona) and it was determined that the aircraft suffered a maximum vertical acceleration of 2.096 g and a minimum vertical acceleration of -0.255 g when the altitude was around 17,000 ft. See a graph of the vertical acceleration on Figure 1. From an initial value of 230 kt of airspeed, it varied between 250 kt and 220 kt during the turbulence encounter. The horizontal and lateral accelerations also varied during the event (see Figure 2). The autopilot and autothrottle were engaged and remained engaged during the turbulence encounter and afterwards. There were large excursions of pitch and roll during the moments of maximum acceleration. The altitude did not suffer important changes, i.e. the aircraft continued its climb approximately with the rate of climb as before the encounter.

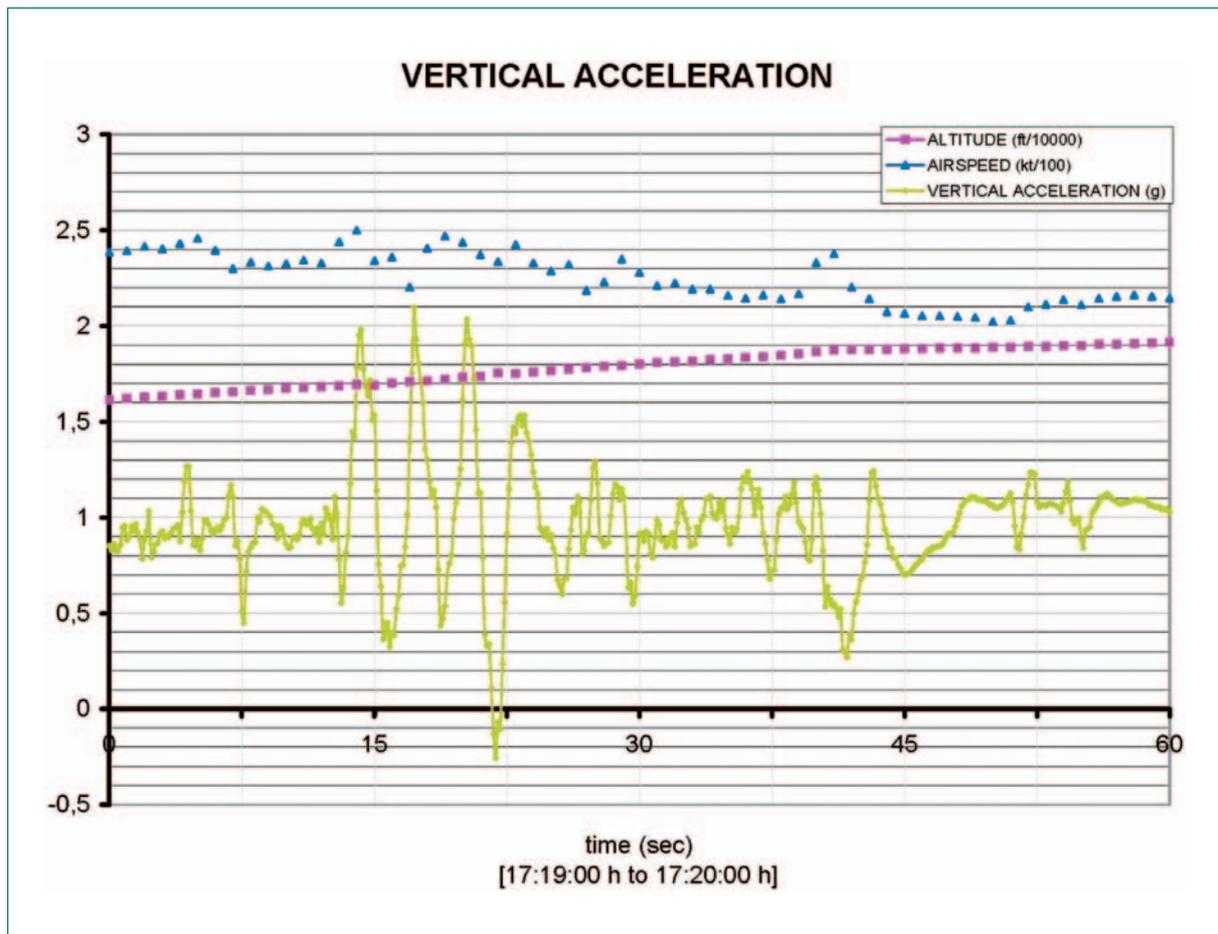


Figure 1

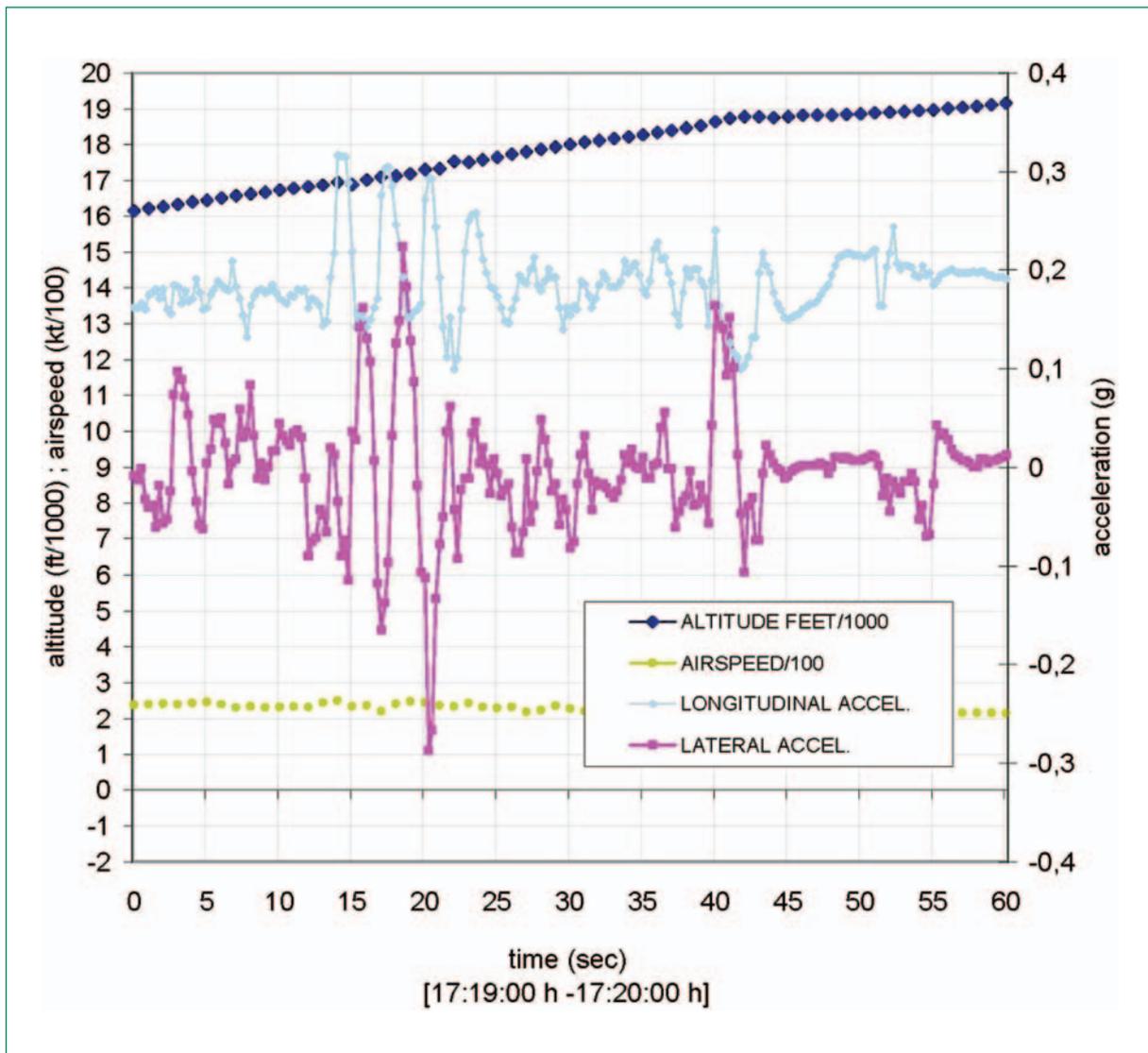


Figure 2

#### 1.4. Meteorological information

The operator informed that the captain and first officer of the aircraft had received all relevant weather reports from their Operations Department at Girona.

The accident happened at the coordinates 42.098° N and 3.125° E

The meteorological office of Girona Airport informed that the day of the accident they provided the following information to the operator personnel at 16:06 h:

- a) METAR and TAF of LFPO (Paris-Orly), LFPB (Paris-Le Bourget), LFQR (Lille-Losquin), and LFPG (Paris-Charles de Gaulle).

- b) Tables of wind-temperature at levels FL180 and FL240.
- c) Significant weather map from level FL100 to FL450.

The meteorological data for Girona Airport were the following:

**METAR 17:00 UTC**

- Wind: 050/9KT with gusts of 20 kt. Wind direction varying between 010° and 080°.
- Visibility: more than 10 km.
- Clouds: 3 to 4 octas of TCU (towering cumulus).
- Temperature: 24 °C. Dew point: 13 °C.
- QNH: 1,016.

**Tables of forecast wind-temperature over Girona at 18:00 h UTC**

Flight level	Wind direction/ Intensity (°/kt)	Temperature (°C)
FL050	NW/20	10
FL100	W/25	0
FL180	SW/60	-15
FL300	SW/100	-39

There had been some lightning activity close to the zone where the turbulence was encountered in the previous two hours (see attached map in Figure 3).

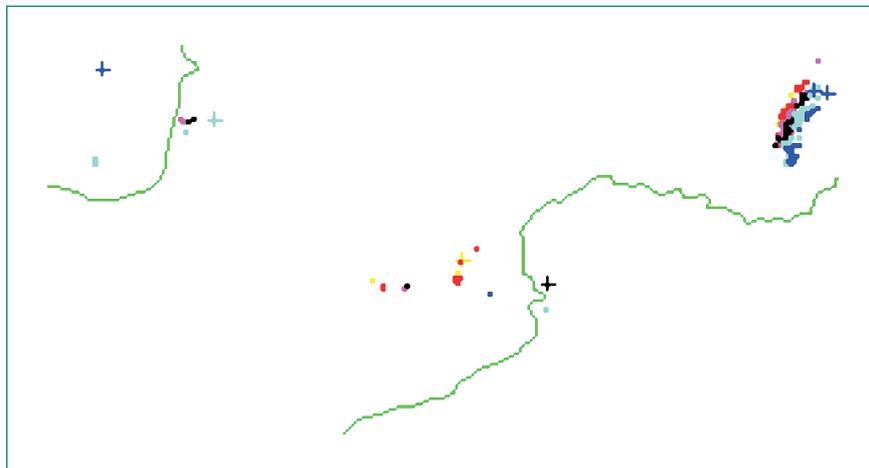


Figure 3. Map of lightning activity from 16:00 h to 18:00 h

The significant weather map at levels FL100 to FL450 at 18:00 h UTC showed a stream crossing the east of Catalonia with a SSW-NNE direction, with maximum winds SSW of 110 kt at FL330. When the airstream entered France it was oriented in an S-N direction.

#### Wind probing at Nimes on 8 July 2004 at 12:00 h UTC:

Altitude (m)	Wind direction/Intensity (°/kt)	Temperature (°C)
777	240/14	17.6
1,202	225/18	13.6
1,494	215/20	12.0
1,907	203/24	9.8
2,021	200/25	9.2
2,094	200/26	8.8
2,285	201/28	9.6
2,880	204/35	4.8
3,098	205/38	3.0
3,297	206/40	1.2
3,415	206/42	0.2
3,583	207/44	-1.1
4,661	211/57	-5.9
4,867	212/60	-7.3
4,661	211/57	-5.9
4,867	212/60	-7.3
5,236	213/65	-9.7
5,544	214/69	-11.9

With all the meteorological data, it was determined that during the climb to cruise altitude, the aircraft probably encountered wind currents that were changing their direction and increasing their intensity, from NW 20 kt at FL050 to SW 52 kt at FL150 and SW 60 kt at FL180. At higher altitude the wind was even stronger up to 100 kt at FL300, although with no important changes in its direction.

This turn of the wind at low and medium levels and the increasing of wind speed from low levels up to FL300 would produce moderate to strong turbulence, especially from FL100 to FL300.

Figure 4 with the meteorological map at 17:20 h shows some cloud presence close to the Pyrenees Range (more reflectivity means more precipitation activity).

As it can be seen on Figure 5, the place of the accident was close to an area of some precipitation activity.

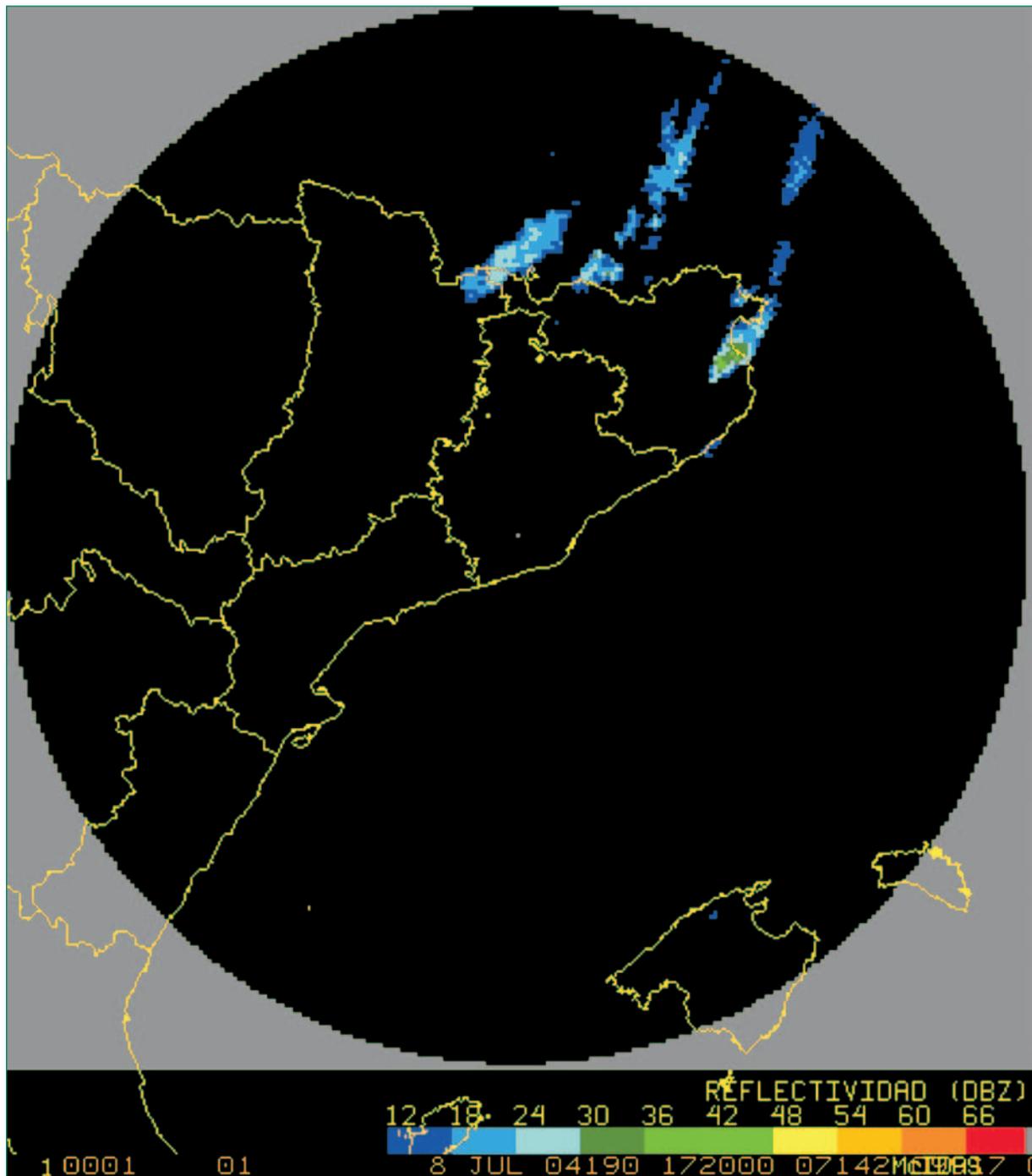


Figure 4. Weather radar map of the northeast of Spain on 8 July 2004, at 17:20 h

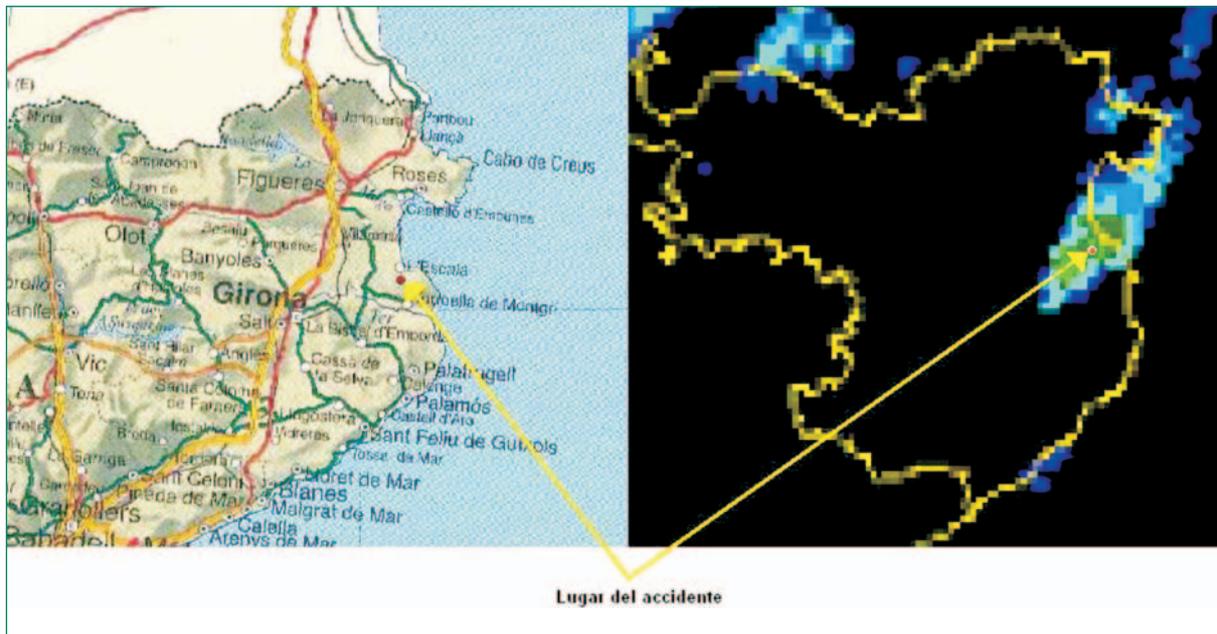


Figure 5. Place of the accident and detail of the weather radar map

### 1.5. Operational procedures

The Operator's operations manual (Chapter 8, 8.3.8, Issue 1, 1-12-1998) provided a quite complete guidance regarding characteristics of and means to avoid the weather turbulence, as well as of other adverse weather as ice, hail, windshear, microburst, etc. Only some of those important instructions are summarized below.

The policy of the operator was not to attempt flight through any area which is more than three quarters covered by thunderstorms.

The potential hazard of turbulence, which is found within the storm, underneath the base of the storm cloud, ahead of the storm at the gust front, and often around the edges and above the tops of the storm, was described in the operations manual, including the increase of intensity from the initial formation of the cumulus clouds with the development of shear between the updrafts and downdrafts, and precipitation.

It was stated that outside the cloud, shear turbulence had been encountered several thousand feet above and 20 miles laterally from a severe storm. It was also described that gust fronts often move far ahead (up to 15 miles) of associated precipitation. The manual showed in other paragraph that though lightning intensity and frequency have no simple relationship to other storm parameters, severe storms as a rule, have a high frequency of lightning.

To cope with the turbulence, the manual stated that «The speed of the aircraft determines the rate of turbulence encountered and stresses are least if the aircraft is held in

a constant attitude and allowed to “ride the waves”» instead of trying to keep a constant altitude, which maybe almost impossible.

Regarding the use of the weather radar, the manual highlighted the fact that «weather radar is provided for avoidance of thunderstorms and not for penetration of areas of storm activity» and that it detects only droplets of precipitation size (in the form of rain or hail) and not turbulence itself.

Detailed instructions for use of the radar were given to the crews, including the need to use the TILT and to switch to «WEATHER MODE» in conditions where cumulo-nimbus cloud or thunderstorm activity could possibly be expected. There was also reference to the aircraft operations manual for additional information.

The operational procedures provided guidance regarding distances to circumnavigate thunderstorms, which should be over flown at least with 5,000 ft of vertical separation and 5 to 10 miles of lateral separation between 0 and 20,000 ft of flight altitude depending on the intensity of the echoes in the weather radar.

Several general instructions for turbulence penetration (when avoidance could not be achieved) were also provided. In particular, the cabin attendants should be instructed to secure the passenger cabin and the autopilot should remain engaged (with the height hold mode disengaged) with a turbulence penetration indicated speed of 280 kt up to FL280 avoiding large control inputs. A constant thrust set should be established to hold this speed.

Additionally, the procedure of the operator for in-flight service was that above 3,000 ft in smooth flying conditions the Captain will signal that it is safe for the cabin crew to leave their seats. According to the information provided by the operator, in this occasion the Captain did not release the cabin crew until passing 10,000 ft when he was of the opinion that he was clear of any potential problems.

## **1.6. Aircraft information**

The Flight Crew Operations Manual of Boeing had a supplement titled «Supplementary Procedures - Adverse Weather» dated April 26, 2004, which included a paragraph called «Turbulence». This supplement provided instructions for the cases of light to moderate turbulence and of severe turbulence.

### *«Turbulence*

During flight in light to moderate turbulence, the autopilot and/or autothrottle may remain engaged unless performance is objectionable. Increased thrust lever activity

can be expected when encountering wind, temperature changes and large pressure changes. Short-time airspeed excursions of 10 to 15 knots can be expected.

Passenger signs ..... ON

Advise passengers to fasten seat belts prior to entering areas of reported or anticipated turbulence. Instruct flight attendants to check that all passengers' seat belts are fastened.

### *Severe turbulence*

Autothrottle ..... DISENGAGE  
 AUTOPILOT (A/P) ..... CWS

A/P status annunciators display CWS («control wheel steering») for pitch and roll.

*Note:* If sustained trimming occurs, disengage the autopilot.

ENGINE START switches ..... FLT  
 Thrust ..... Set

Set thrust as required for the phase of flight. Change thrust setting only if required to modify an unacceptable speed trend.»

This speed was 280 kt or 0.76 Mach for the climb phase.

## **1.7. Additional information**

### **1.7.1. Standard Instrument Departures (SID) at Girona Airport**

The aircraft was using the SID Bagur 1Z. Other possibility was to use ALBER 2G (see Figure 6) that provided a more direct path to the north. The operator informed that this routing was chosen for weather avoidance. However, the crew probably did not have the information of the weather map (see Figure 4) because that map shows that some clouding was active in the area of the Gulf of Rosas and to the north of BAGUR VOR at 17:20 h (the take off happened at around 17:12 h and the accident at around 17:19 h), although the precipitation level was probably light or moderate at the most. On the contrary, the trajectory of ALBER 2G SID seemed to have less clouds present.

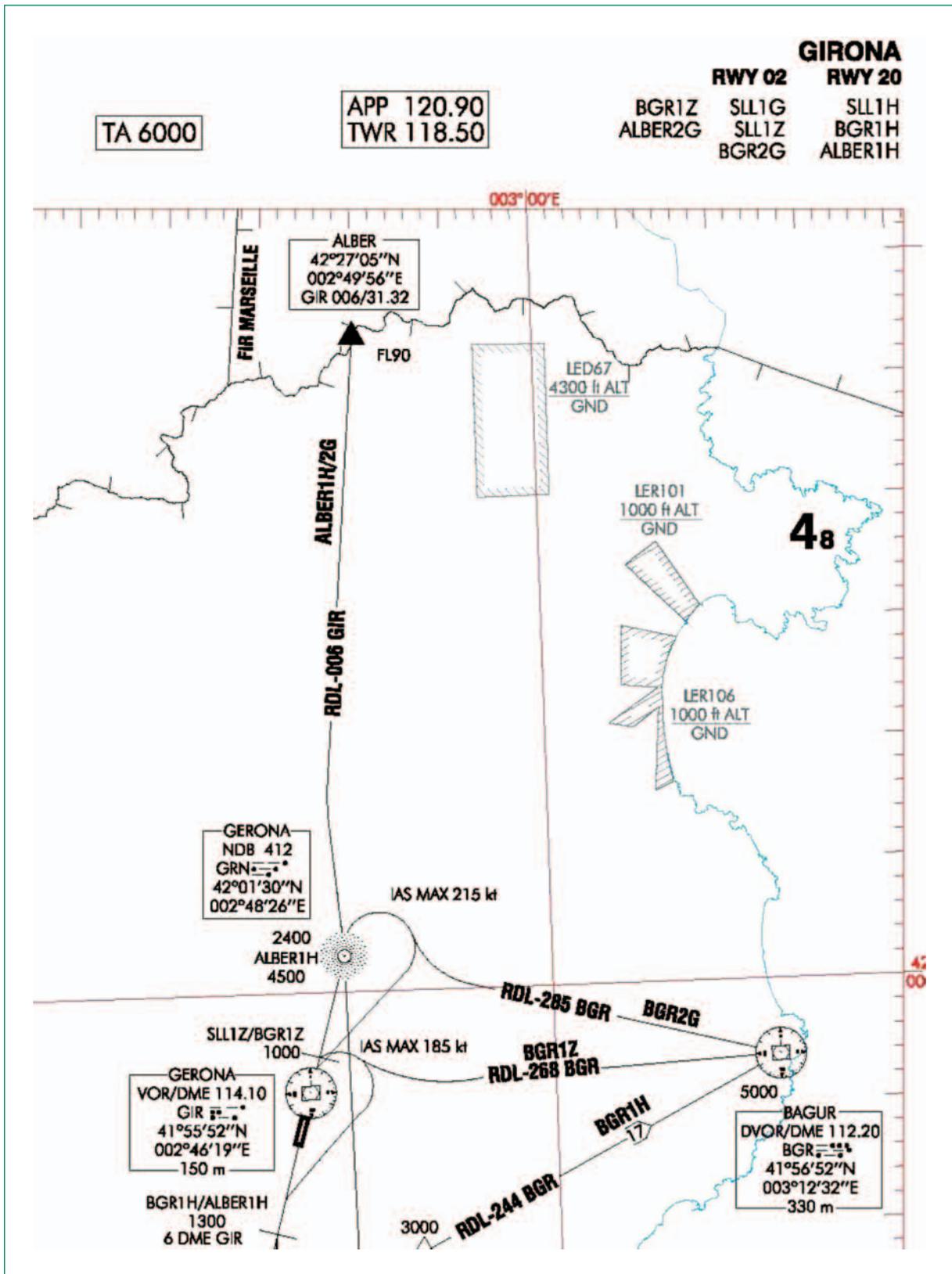


Figure 6. Standard Instrument Departures of Girona Airport

### 1.8. Use of the weather radar

Current on-board weather radars can only detect precipitation (water droplets, rain, hail, snow, etc.) inside clouds. Clear air turbulence or turbulence inside clouds without precipitation is not detected by this equipment. Awareness and avoidance of flight above or below hazardous clouds taking into account this limitation is the only means to prevent turbulence affecting the aircraft.

The use of the TILT capability (i.e. the change of the angle of the antenna with a horizontal surface) of the weather radar is considered one of the most critical factors to be able to detect level of precipitation inside a cumulo-nimbus cloud. If this feature is not conveniently used, the effectiveness of the weather radar can be reduced to the point where the flight crew may not be able to detect the hazard levels associated to a cloud area. In the case of the accident flight, with the aircraft in a climb level attitude, the precipitation level below the aircraft path would not be noticed unless the appropriate TILT was used in the antenna.

## 2. ANALYSIS

From the statements gathered it is concluded that the relevant meteorological information was provided by the operations department of the operator to the crew before the flight. This information showed that, because of the strong winds that were «turning» or changing their direction with increasing flight levels, turbulence could be encountered close to the coast in the province of Girona.

The ATC provided the standard instrument departure BAGUR 1Z, which included heading for the Bagur VOR and then turning north to KANIG waypoint.

The flight was normal after the takeoff from GRO. The flight crew were flying the aircraft with visual reference to the surrounding clouds, being aware that their proximity to one of those clouds could pose a hazard over the aircraft because they were towering cumulus, i.e. cumulus developing vertically to a high altitude. It is normal to fly in S-turns to avoid the presence of hazardous clouds either by visual reference or by reference to the weather radar, whose use was required in this case by the procedures of the operator.

Therefore, the crew was aware, both by previous meteorological information, and by their visual observations of surrounding clouds, of possible turbulence encounters. However, it is obvious that they did not anticipate that such turbulence could be as severe as that encountered a few minutes afterwards. In any case, the flight crew waited until they reached 10,000 ft of altitude to release the cabin crew for service after takeoff,

instead of 3,000 ft which is the moment specified by the company procedures in smooth air conditions.

After the outcome of the event, it seems that the release of the cabin attendants should have been done later, in view of the foreseen conditions, and a recommendation in this sense is made to the operator to reflect this fact in their procedures.

Afterwards, compliance with ATC instructions to fly direct to KANIG imposed the need to fly towards a big cloud noticed by the crew. Although they tried to keep away from it, both vertically (approximately 1,000 or 1,500 ft) and laterally (approximately 10 NM), the quick expansion of the cloud, according to the crew's recall of the event, left little time to react and to carry out a 180° turn to escape from the cloud. The turbulence was severe, especially in the downwards sense, although the certified limits of flight loads on the aircraft were not exceeded (vertical accelerations between +2.096 g and -0.255 g, compared with the limit loads of +2.5 g and -1.0 g with flaps up).

The operational procedures of the operator provided advice regarding the hazards associated to thunderstorms, and it was mentioned that they should be over flown at least with 5,000 ft of vertical separation and 5 to 10 miles of lateral separation between 0 and 20,000 ft of flight altitude depending on the intensity of the echoes in the weather radar. In this case, the top of the cloud was over flown lower than the recommended altitude (1,500 ft instead of 5,000 ft according to the pilot in command recalls), but the cloud activity was lower than in a thunderstorm and therefore the procedures could not be totally applicable.

In any case, the pilot informed that nothing appeared on the weather radar. It is unknown the exact antenna tilt angle used, because given the cloud area showed in Figure 4, it is likely that at least some echoes should have appeared in the on board weather radar. Therefore, it is considered convenient to issue a safety recommendation to recommend that additional information on the effective use of the weather radar is distributed to flight crews.

Once the aircraft entered the top of the cloud and turbulence began, the autopilot and autothrottle remained engaged, which was in accordance with the operating procedures of the operator and the manufacturer in the first case, but not in the case of the autothrottle. It is probable that the sudden and unexpected situation left the flight crew with little time to react as required by those procedures.

All the passengers were seated and with the seat belts fastened, but the cabin crew had already been released for service. The two crew members that were at the rear part of the aircraft were the most affected occupants of the aircraft, as it has been found in past turbulence related events. The damage to the interior of the aircraft was minimized because their quick decision to re-stow the trolley which otherwise could have been violently thrown against the cabin ceiling producing major damage.

After those injuries were produced, it took an estimated period of 8 min for the flight crew to learn that at least a flight attendant was apparently seriously injured. Then the pilot in command quickly made the decision to go back to GRO. This was a conservative and sound decision from a safety point of view, because there were no medical personnel on board and Paris was still approximately one hour and a half away from their position. It is considered that the seriousness of the injuries of cabin attendant number 3 warranted this decision.

It is a usual practice in passenger commercial air transportation to recommend the passengers to keep their seat belts fastened all the time when they are seated, although this is not mandatory except in certain phases of flight or when requested by the crew. This practice intends to decrease the number of injured passengers due to turbulence encounters, which is probably one of the most important causes of personnel damage in airline flights.

However, this accident shows again the risk due to turbulence encounters faced by cabin crew members that are standing in the cabin during several phases of the flight to provide an essential safety service on board as well as other commercial services also very important for the companies. This risk is in general due to two types of turbulence: clear air turbulence (CAT) and turbulence associated to clouds and precipitation.

Due to its own characteristics, it is very difficult to anticipate or to prevent sudden encounters with clear air turbulence, similar to those produced over the Atlantic Ocean (for example, the CIAIAC is currently investigating a CAT encounter on 26-2-2004 of a B-747 en route from Buenos Aires to Madrid in which a passenger was seriously injured, and also another event happened on 20-1-2005 to a B-767 in cruise flight from Santo Domingo to Madrid in which a cabin attendant was seriously injured).

However, more efforts should be devoted to minimize the incidence of encounters with turbulence produced by clouds or precipitation that may be anticipated to some extent, by means of the adequate use of the pre-flight weather information, of the on board weather radar, and of the adoption of conservative measures to have all the aircraft occupants with the seat belts fastened like when some probability of turbulence exists, event if it is necessary to delay or cancel the on board commercial services provided by the flight attendants.

### **3. CONCLUSION**

It is considered that the cause of the accident was a turbulence encounter of unexpected severity after the cabin attendants have been released for passenger service because of the proximity of the flight path with a towering cumulus.

#### 4. SAFETY RECOMMENDATIONS

- REC 11/05.** It is recommended to the operator of the aircraft that their operational procedures are amended to include the minimum conditions under which the cabin attendants may be released for passenger service when turbulence encounters are expected after takeoff.
- REC 12/05.** It is recommended to the operator of the aircraft that additional training is provided to flight crews regarding effective use of the weather radar and its limitations regarding detection of turbulence.