

CIAIAC

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

Informe técnico A-002/2007

Accidente ocurrido el 23 de
enero de 2007, a la aeronave
De Havilland DHC8-300,
matrícula PH-DMU, operada
por Denim Air para Air
Nostrum, en el aeropuerto
de El Prat (Barcelona)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-002/2007

**Accidente ocurrido el día 23 de enero de 2007,
a la aeronave De Havilland DHC8-300,
matrícula PH-DMU, operada por Denim Air
para Air Nostrum, en el aeropuerto
de El Prat (Barcelona)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-10-232-3
Depósito legal: M. 23.129-2003
Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

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

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

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

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

Consecuentemente, el uso que se haga de este Informe para cualquier propósito distinto al de la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas.

Índice

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones de personas	2
1.3. Daños a la aeronave	3
1.4. Otros daños	3
1.5. Información personal	3
1.5.1. Piloto al mando	3
1.5.2. Copiloto	3
1.5.3. Tripulación de cabina de pasajeros	4
1.5.4. Información sobre la actividad de la tripulación técnica el día del accidente	4
1.6. Información de aeronave	5
1.6.1. General	5
1.6.2. Peso y centrado	5
1.6.3. Información sobre el tren de aterrizaje	5
1.6.4. Información sobre el mantenimiento de la aeronave	8
1.6.5. Prestaciones del avión durante el aterrizaje	9
1.7. Información meteorológica	9
1.7.1. Situación meteorológica en Pamplona	9
1.7.2. Situación meteorológica en Barcelona	10
1.8. Ayudas para la navegación	10
1.9. Comunicaciones	10
1.9.1. Información general	10
1.9.2. Comunicaciones con el Control (ATC) del aeropuerto de Pamplona	10
1.9.3. Comunicaciones con el Control (ATC) del aeropuerto de Barcelona	11
1.10. Información de aeródromo	12
1.10.1. Aeropuerto de Pamplona	12
1.10.2. Aeropuerto de Barcelona	13
1.11. Registradores de vuelo	14
1.11.1. Registrador de voces en cabina (CVR)	14
1.11.2. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)	16
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	16
1.13. Información médica y patológica	17
1.14. Incendios	17
1.15. Aspectos de supervivencia	17
1.16. Ensayos e investigación	18
1.17. Información sobre organización y gestión	18
1.17.1. Despegues realizados en pistas con nieve y aguanieve	18
1.17.2. Actuaciones de AENA en pistas con nieve y aguanieve	19
1.18. Información adicional	19
1.18.1. Declaraciones de la tripulación	19

2. Análisis	23
2.1. Aterrizaje y escala en el aeropuerto de Pamplona	23
2.2. Despacho del vuelo ANS-8401, despegue, ascenso y crucero	24
2.3. Proceso de formación del hielo en la pata	26
2.4. Aterrizaje del vuelo ANS-8401 en Barcelona	27
2.5. Acciones correctivas	28
3. Conclusión	31
3.1. Conclusiones	31
3.2. Causas	31
4. Recomendaciones sobre seguridad	33

Abreviaturas

00°	Grado(s) sexagesimal(es)
00 °C	Grados centígrados
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
APP	Control de aproximación
ATC	Control de Tráfico Aéreo
ATIS	Servicio Automático de información Terminal
ATPL(A)	Licencia de piloto transporte de línea aérea de avión
ATZ	Zona de tránsito aéreo
BCN	Indicativo IATA del aeropuerto de San Sebastián
BKN	Cielo nuboso
cm	Centímetro(s)
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CTR	Zona de control
CVR	Registrador de voz en cabina («Cockpit Voice Recorder»)
DFDR	Registrador digital de datos de vuelo
DLU	Tipo específico de archivo informático de sonido
DME	Equipo de medición de distancia
FDR	Registrador de datos de vuelo («Flight Data Recorder»)
FL<número>	Nivel de vuelo expresado en cientos de pies
ft	Pie(s)
GPWS	Sistema de aviso de proximidad al terreno
gr/cc	Gramos por centímetro cúbico
GS	Senda de planeo del sistema de aterrizaje por instrumentos ILS («Glide slope»)
h	Hora(s)
HP	Caballo(s) de vapor
hPa	Hectopascal(es)
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos («Instrument Landing System»)
ILS-CAT III	Sistema de aterrizaje por instrumentos de categoría III
IR(A)	Habilitación de vuelo instrumental de avión
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LEBL	Indicativo OACI del aeropuerto de Barcelona
LEPP	Indicativo OACI del aeropuerto de Pamplona
LESO	Indicativo OACI del aeropuerto de San Sebastián
LNG	Hora en la que aterriza a la aeronave
LOC	Localizador sistema de aterrizaje por instrumentos del ILS («Locator»)
LT	Hora local
m	Metro(s)
MAC	Cuerda media aerodinámica del ala
MAYDAY	Llamada de emergencia o auxilio en radiofrecuencia
mb	Milibar(es)
ME	Habilitación para avión multimotor
MEL	Listas de equipo mínimo («Minimum Equipment List»)
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo
min	Minuto(s)
mm	Milímetro(s)
MTOW	Peso máximo al despegue («Maximun Take-off Weight»)
NDB	Radiofaro no direccional («No Directional Beacon»)
NM	Milla(s) náutica(s)
NOTAM	Información para aviadores («Notice to Airman»)
OACI	Organización de la aviación civil internacional
OMA	Oficina Meteorológica del Aeropuerto

Abreviaturas

OVC	Cielo cubierto
P/N	Número de parte («Part Number»)
PAPI	Indicador de trayectoria de aproximación de precisión
PH-DMU	Matrícula de la aeronave del accidente
PNA	Indicativo IATA del aeropuerto de Pamplona
QNH	Presión al nivel del mar en atmósfera estándar deducida de la del aeródromo
s	Segundo(s)
S/N	Número de serie («Serial Number»)
SFC	Nivel de suelo
SNOWNOTAM	Información sobre nieve para aviadores
SPECI	Informe meteorológico especial de aeródromo
T/O	Hora en la que despegó a la aeronave
TWR	Torre de control de aeródromo
U.I.	Unidad índice (en procedimiento de centrado)
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VHF	Ondas de muy alta frecuencia («Very High Frequency»)
VOR	Radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia («VHF Omnidirectional Range»)
WAV	Tipo genérico de archivo informático de sonido
WOW	Señal de peso en las ruedas («Weight on Wheels»)

Sinopsis

Propietario y operador:	Denim Air
Aeronave:	De Havilland DHC8-300; matrícula PH-DMU
Fecha y hora del accidente:	23 de enero de 2007, a las 12:50 h (LT)
Lugar del accidente:	Pista 25 L del aeropuerto de Barcelona
Personas a bordo:	4 tripulantes y 19 pasajeros
Tipo de vuelo:	Aviación comercial – Transporte regular de pasajeros
Fecha de aprobación:	27 de octubre de 2010

Resumen del accidente

La aeronave realizaba un vuelo regular de pasajeros y se disponía a aterrizar en el aeropuerto de Barcelona. En la aproximación final la tripulación seleccionó tren abajo y solamente se extendieron las patas del tren principal mientras que el tren delantero permaneció replegado. Se frustró el aterrizaje, y se intentó varias veces bajar el tren por el procedimiento normal y después por el procedimiento de emergencia, sin conseguir la extensión del tren delantero. La aeronave aterrizó finalmente con el tren delantero arriba, las compuertas abiertas y el tren principal abajo y bloqueado. Se evacuó la aeronave en la pista sin que se produjeran lesiones.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El día 23 de enero de 2007, la aeronave De Havilland DHC8-300 con matrícula PH-DMU, realizaba un vuelo regular de pasajeros con número IB-8401, con salida en el aeropuerto de Pamplona (LEPP) y destino el aeropuerto de Barcelona (LEBL). Estaba operado por Denim Air para Air Nostrum y tenía el indicativo ATC ANS-8401. A bordo iban dos pilotos, dos auxiliares de vuelo y diecinueve pasajeros.

Era el tercer vuelo que la tripulación realizaba ese día con la misma aeronave. El primer vuelo había partido del aeropuerto de San Sebastián (LESO) a las 7:47 hora local¹ y había aterrizado en el aeropuerto de Barcelona a las 8:46.

En el segundo vuelo despegaron del aeropuerto de Barcelona a las 9:48 y aterrizaron en el aeropuerto de Pamplona a las 10:55. En este aeropuerto había nevado poco antes de la toma de tierra. Tras una escala de 32 minutos despegaron a las 11:27 h con destino a Barcelona, a cuyas proximidades llegaron alrededor de las 12:30. Las condiciones meteorológicas en el aeropuerto de Barcelona eran buenas, con una visibilidad superior a 10 km, escasa nubosidad y una temperatura en torno a los 10 °C.

Cuando se hallaba en la aproximación final a la pista 25 R, actuando como piloto a los mandos el copiloto y estando sobre la senda del localizador del ILS, la tripulación accionó la palanca selectora del tren de aterrizaje para su despliegue y observó que las luces que indicaban la posición del tren principal estaban en color verde, mientras que la que indicaba la posición del tren delantero estaba en rojo. La tripulación informó de que notaron trepidaciones mecánicas en la zona del tren de morro y de que realizaron un nuevo ciclo de tren, durante el cual se repitió la condición de tren delantero inseguro. En ese momento el comandante tomó el control de la aeronave y frustró la aproximación.

A continuación se mantuvieron en un circuito de espera, a 3.500 ft, durante el cual repitieron los intentos de extensión de tren. Por último aplicaron el procedimiento de extensión alternativa sin conseguir tampoco que el tren delantero presentase indicación de tren abajo y bloqueado.

Finalmente el Comandante declaró emergencia, comunicó el problema al Servicio de Control de Tráfico Aéreo y requirió la asistencia de los servicios de emergencia en pista. Acto seguido también informó a la tripulación de cabina de pasajeros de la situación y de la posibilidad de efectuar una evacuación de emergencia en la pista.

Unos 20 minutos después de la primera aproximación y tras revisar los procedimientos de emergencia aplicables, el Comandante decidió aterrizar con el tren delantero en la condición que presentaba en esos momentos.

¹ La referencia horaria es la hora local. La hora UTC («Universal Time Coordinated») se halla restando una unidad.

La toma de tierra se produjo sobre las 12:50 h por la pista 25 L. La tripulación mantuvo el morro del avión elevado el máximo tiempo posible, y después lo bajó y recorrió algo más de 200 m con el morro apoyado en el asfalto hasta quedar detenido dentro de la pista entre las calles de rodaje G-4 y G-5. Durante el aterrizaje no se declaró ningún incendio.

Los servicios de emergencias estuvieron preparados a pie de pista mientras la aeronave realizaba el aterrizaje. A continuación se realizó una evacuación de emergencia en la misma pista, sin que se produjeran heridos ni entre los pasajeros ni entre la tripulación. Según informó la tripulación, la evacuación de los diecinueve pasajeros se realizó con relativo orden, dentro de las prisas propias en este tipo de situaciones.

Aproximadamente media hora después de haberse evacuado el avión, se procedió a levantar la parte delantera de la aeronave con una grúa, con el propósito de retirarla de la pista. Una vez levantado el morro del avión, se actuó sobre el mando alternativo de extensión de tren delantero, situado en cabina, y el tren bajó y se blocó correctamente.



Figura 1. Fotografía del hielo alojado en el compartimento del tren de morro

Durante esa operación, cayeron a la pista varios trozos de hielo de 10 cm de longitud que estaban en el alojamiento del tren de morro. También había depósitos de hielo de más de 5 cm de espesor en las compuertas del tren de morro y en la propia pata.

En la inspección posterior al accidente se colocó el avión sobre gatos y se realizaron dos ciclos de extensión del tren de morro, durante los cuales la pata de morro se desplegó y blocó correctamente.

1.2. Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Graves				
Leves				No aplicable
Ilesos	4	19	23	No aplicable
TOTAL	4	19	23	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave resultó con daños menores. Durante los últimos 213 m que recorrió por la pista, las dos compuertas principales del tren de morro fueron rozando por el asfalto y se desprendieron. No se observaron otro tipo de daños adicionales a los descritos.

1.4. Otros daños

Tampoco se produjeron daños externos. No obstante quedó marcada en la pista la huella del roce que produjeron las compuertas del tren de morro durante el contacto que mantuvieron con el asfalto.

1.5. Información sobre la tripulación

La tripulación estaba compuesta por el comandante, el copiloto y dos tripulantes de cabina de pasajeros.

1.5.1. *Piloto al mando*

El comandante tenía 32 años de edad y nacionalidad holandesa. Estaba en posesión de la licencia de piloto de transporte de línea aérea ATPL(A) desde el año 2002 y tenía la habilitación de tipo para los aviones DHC8 y Fokker 50. Su antigüedad como comandante era de cuatro años y acumulaba una experiencia total de 5.000 h, de las cuales 1.800 eran en el tipo. Tanto la licencia como el correspondiente certificado médico estaban en vigor. La última verificación de competencia («proficiency check») la había realizado el 23 de octubre de 2006.

1.5.2. *Copiloto*

El copiloto tenía 30 años de edad y nacionalidad española. Tenía la licencia de piloto privado de avión PPL(A) desde 2000 y la licencia de piloto comercial de avión CPL(A) desde 2002. Obtuvo la habilitación de avión multimotor (ME piston land) en 2006 y contaba con la habilitación del avión DHC8 y la de vuelo instrumental IR(A) desde 2007.

Su experiencia total era de 500 h, de las cuales 35 las había realizado en el tipo. Tanto la licencia como el correspondiente certificado médico estaban en vigor. La última verificación de competencia la hizo el 15 de septiembre de 2006.

1.5.3. Tripulación de cabina de pasajeros

La tripulación de cabina de pasajeros estaba compuesta por dos personas que tenían tanto su certificado de vuelo, como su certificado médico en vigor. Su formación se resume en la siguiente tabla:

TRIPULANTE N.º 1		TRIPULANTE N.º 2	
Curso	Fecha	Curso	Fecha
Curso inicial	04-07-2005	Curso inicial	25-10-2006
Entrenamiento conversión DASH	09-07-2005	Entrenamiento conversión DASH	28-10-2006
Entrenamiento conversión CRJ	14-07-2005	Entrenamiento conversión DASH	30-10-2006
Entrenamiento 1TCP	14-07-2005	Entrenamiento de conversión CRJ	02-11-2006
Entrenamiento conversión DASH	05-05-2006	Entrenamiento periódico de anual	03-11-2006
Entrenamiento periódico DASH	13-06-2006		
Entrenamiento periódico anual + MMPP	15-06-2006		
Entrenamiento periódico CRJ	27-07-2006		
Curso de Sobrecargo	31-08-2006		
Entrenamiento periódico DASH	10-05-2007		
Entrenamiento Conversión CRJ	24-05-2007		
Entrenamiento de diferencias 900	28-05-2007		
Entrenamiento periódico anual	22-06-2007		

1.5.4. Información sobre la actividad de la tripulación técnica el día del accidente

El tiempo total de actividad realizado por la tripulación en el día del accidente fue de 4:06 h. En la tabla siguiente se puede ver un resumen de las horas concretas entre las que se tuvieron lugar los vuelos de ese día.

Vuelos	Tiempo de vuelo				
	Calzos	Despegue	Aterrizaje	Calzos	Total
ANS-8851 San Sebastián-Barcelona	07:44	07:47	08:46	08:48	1:04
ANS-8400 Barcelona-Pamplona	09:31	09:48	10:55	10:56	1:25
ANS-8401 Pamplona-Barcelona	11:26	11:27	12:50	—	1:24

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. General

El avión De Havilland Canadá DHC-8-315 DASH 8 es una aeronave de ala alta que se concibió para su uso en el transporte aéreo regional de corto alcance y obtuvo su certificado de tipo en 1985. El avión del accidente, con matrícula PH-DMU, fue fabricado en 2001 con número de serie 568. Su peso máximo al despegue (MTOW) era 19.495 kg y tenía capacidad para 52 pasajeros. Estaba dotado con dos motores turbohélice PRATT & WITHNEY (Canadá) modelo PW123E, que desarrollaban una potencia de 2.380 HP.

1.6.2. Peso y centrado

La hoja de carga que se confeccionó en el aeropuerto de Pamplona para el despacho de la aeronave registraba los siguientes pesos:

• Carga total del vuelo:	1.600 kg		
• Peso de operación en vacío:	12.968 kg		
• Peso con combustible cero actual:	14.568 kg	Máximo	17.917 kg
• Combustible para el despegue:	1.650 kg		
• Peso de despegue actual:	16.218 kg	Máximo	19.495 kg
• Combustible añadido por la tripulación:	600 kg		
• Peso al aterrizaje actual:	15.618 kg	Máximo	19.051 kg

Para realizar el procedimiento del centrado de avión, la cabina de pasajeros se divide en dos secciones: La sección OA comprende las filas de asientos 1 a 7 y la sección OB de la fila 8 a la 15. De los dieciocho primeros pasajeros que subieron al avión, cuatro se sentaron en la sección AO y catorce en la sección en la sección OB. El decimonoveno pasajero, que subió en el último minuto, no tenía asiento asignado con antelación, por lo que no se pudo incluir en los cálculos.

La variación en unidades índice al pasar 1 kg de peso de la sección de cabina OA a la sección OB es de 0,0211 unidades por kg. Se estima en unas 7 unidades el efecto de pasar 5 pasajeros ubicados en la sección OA a la sección OB.

De acuerdo con estas equivalencias, se realizó el cálculo de centrado, concluyéndose que el centro de gravedad tenía un índice de centrado de 112 unidades, dentro de los límites establecidos, que eran el 29,10% MAC (índice de 105,13 unidades) y el 40% MAC (índice de 119 unidades).

1.6.3. Información sobre el tren de aterrizaje

Este tipo de avión tiene tren triciclo retráctil con dos ruedas iguales en cada pata. Las patas principales se retraen según la dirección del ala y quedan alojadas en las góndolas



Figura 2. Tren de morro

de los motores debajo de los planos. La pata de morro se abate hacia adelante y arriba para replegarse y alojarse en el alojamiento de tren de morro. Las dos ruedas de la pata de morro llevan neumáticos de $22 \times 6,50 - 10^2$. El diámetro de la rueda es de 55,8 cm. La altura desde el suelo hasta la abertura del alojamiento de tren de morro es de unos 75 cm.

Cuando el tren delantero está desplegado la abertura queda cerrada por dos compuertas delanteras, que solamente se abren durante el tiempo que tardan las ruedas en desplegarse. Existen además otras dos compuertas traseras, que se mueven arrastradas por la propia pata de morro, las cuales giran hacia abajo y hacia fuera para abrirse, y permanecen abiertas mientras el tren esté desplegado (véase figura 2). Se puede controlar la

dirección de las ruedas de la pata de morro mediante una rueda («tiller») situada en el lado del comandante.

El avión dispone de dos sistemas hidráulicos independientes y cada uno de ellos es operado tomando energía de uno de los dos motores. El tren de aterrizaje está operado concretamente por el sistema n.º 2 y toma la energía de la bomba hidráulica del motor derecho.

En el panel de cabina hay tres luces distribuidas en tres filas y tres columnas, que indican cuál es la posición en la que se encuentra el tren de aterrizaje cuando se actúa sobre él. Si las luces están en color ámbar quiere decir que las compuertas delanteras están abiertas (tren en tránsito), si están en color verde, que el tren está abajo y bloqueado y si están en color rojo indican que el tren no está bloqueado (tanto si este se encuentra desplegado como replegado).

La palanca que sirve para accionar el tren también se ilumina. Si se enciende en color ámbar a la vez que las otras luces están en color rojo, indica que el tren se encuentra en tránsito y si se mantiene iluminado después de la retracción indica que ha fallado la secuencia de compuertas.



Figura 3. Palanca y luces del tren

² Estas medidas se corresponden con el diámetro máximo, la anchura y el diámetro del cubo expresado todo ello en pulgadas.

Una vez que esta luz se encuentra encendida sólo puede usarse la extensión alternativa del tren.

En caso de fallo del sistema hidráulico n.º 2, la Unidad de Transferencia de Potencia (PTU) entra automáticamente transfiriendo potencia desde el sistema n.º 1 al sistema n.º 2.

El procedimiento alternativo de extensión del tren (modo manual) se realiza de la siguiente manera:



Figura 4. Interruptor de inhibición del tren

1. Se actúa sobre el interruptor de inhibición del tren («inhibit switch») que está ubicado en el panel de techo del copiloto, debajo de la compuerta que guarda la palanca de extensión manual del tren principal. Al actuar sobre este interruptor se libera toda la presión hidráulica del sistema del tren.
2. Se coloca la palanca de extensión del tren en posición «abajo», consiguiendo de esta manera que durante la operación de extensión manual del tren la presión hidráulica no interfiera en la realización de la lista de chequeo de emergencia.
3. Se abre la compuerta que guarda la palanca de extensión del tren principal y se actúa sobre dicha palanca tirando hacia abajo para desplegar el tren principal (véase figura 5).
4. A continuación se abre la tapa que hay en el suelo a la izquierda del copiloto y se tira hacia arriba de la palanca que mediante la acción de un cable libera el tren delantero. Junto a esta palanca existe un alojamiento donde se puede introducir una barra que sirve para accionar manualmente una bomba de emergencia con un movimiento de atrás hacia delante en el sentido del eje longitudinal del avión, cuya misión es ayudar a la extensión del tren principal.



Figura 5. Palanca manual del tren principal



Figura 6. Palanca manual del tren delantero

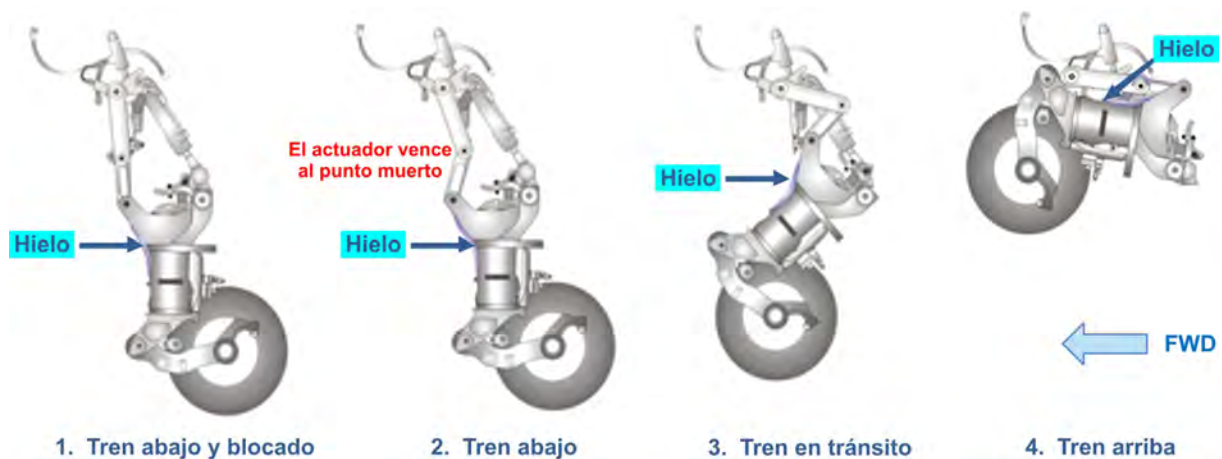


Figura 7. Secuencia de repliegue del tren delantero

La pata de tren de morro para bajar, gira alrededor de dos gorriones, abatiéndose hacia atrás y hacia abajo. La posición de tren abajo se afianza con un montante articulado («drag strut») que se bloquea cuando está estirado. En tránsito, el montante se pliega permitiendo la bajada y subida de las ruedas. En posición de tren repliegado el montante articulado vuelve a su posición estirada, ahora en horizontal y se bloquea (véase figura 7). En el caso de que se baje el tren mediante el sistema alternativo, las compuertas delanteras quedan abiertas durante el aterrizaje.

Existe un sistema de aviso de proximidad al terreno que previene a la tripulación con avisos de voz e indicaciones visuales de alerta cuando el tren de aterrizaje está arriba y la separación respecto al suelo es inadecuada en las fases del vuelo de crucero y de aproximación. Más concretamente, si la aeronave vuela con una velocidad inferior a 178 kt, cuando la altura marcada por el radioltrómetro es 500 ft y tiene el tren arriba o inseguro, se escucha una alerta sonora de voz «TOO LOW – GEAR». Este aviso está ligado a los sensores aire/tierra, de manera que durante las operaciones de despegue se inhibe el aviso durante un cierto periodo de tiempo, que es controlado por un temporizador, para que no suene la alarma al subir el tren después de que haya cesado la señal de peso sobre las ruedas.

1.6.4. Información sobre el mantenimiento de la aeronave

Durante la investigación se constató que no existían acciones de mantenimiento relacionadas con el tren de aterrizaje (ATA 32), ni con el sistema hidráulico (ATA 29) durante el año anterior al accidente.

Se constató que en la documentación de mantenimiento no había ningún diferido de la lista de equipo mínimo (MEL) desde más de un mes antes y los diferidos que no estaban en la lista (NO MEL) eran de una semana antes.

1.6.5. *Prestaciones del avión durante el aterrizaje*

De acuerdo con lo expresado en el manual de vuelo, con un peso de 15.500 kg la aeronave necesitaría aproximadamente 550 m para aterrizar, llevando desplegados los flaps con un rango de entre 15° y 35° en condiciones estándar de presión y temperatura. La incidencia del viento (en cara o en cola) hace que varíe la longitud de pista necesaria, que también depende de que la operación se realice en condiciones normales o no.

Para el peso expresado anteriormente, la velocidad de referencia en el aterrizaje varía entre 91 kt y 98 kt dependiendo de la posición de los flaps.

Por otra parte, en el Manual de Vuelo se establecen como limitaciones de la aeronave para el aterrizaje la existencia de una película de agua nieve de 15 mm de espesor como máximo.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. *Situación meteorológica en Pamplona*

La información METAR SPECI en el aeropuerto de Pamplona el día 23 de enero de 2007 a las 10:00 UTC y las 10:30 UTC era la siguiente:

SA 23-01-2007 10:00 METAR COR LEPP 231000Z 31004KT 270V340 8000 SCT012
BKN130 01/00 Q1010 RESN=

SP 23-01-2007 10:00 SPECI LEPP 231000Z 31004KT 270V340 8000 SCT012
BKN130 01/00 Q1010 RESN=

SA 23-01-2007 10:30 METAR LEPP 231030Z 00000KT 9999 SCT015 BKN190 02/01
Q1010 RESN=

Ello supone que a esas horas la situación meteorológica que había era esta:

10:00 Viento de dirección predominante 310°, variando entre 270° y 340°, con intensidad de 4 kt. Visibilidad de 8 km. Parcialmente nuboso a 1.200 ft y nublado a 13.000 ft. Temperatura exterior de 1 °C y de rocío de 0 °C. Presión QNH 1.010 hPa (mb). Nevada reciente.

Informe especial dando el mismo pronóstico.

10:30 Viento en calma, visibilidad mayor de 10 km. Parcialmente nuboso a 1.500 ft y nublado a 19.000 ft. La temperatura exterior de 2 °C y la de rocío 1 °C. QNH 1.010 hPa (mb). Nevada reciente.

1.7.2. *Situación meteorológica en Barcelona*

La información METAR en el aeropuerto de Barcelona el día 23 de enero de 2007 a las 11:30 UTC era la siguiente:

```
SA 23-01-2007 11:30 METAR LEBL 231130Z 28009KT 230V330 9999 FEW023  
SCT220 10/M01 Q1004 NOSIG=
```

Quiere decir que a las 11:30 la situación meteorológica que había era:

11:30 Viento de dirección predominante 280°, variando entre 230° y 330°, con intensidad de 9 kt. Visibilidad superior a 10 km. Nubes escasas a 2.300 ft y parcialmente nublado a 22.000 ft. Temperatura exterior de 10 °C y de rocío de 1 °C. Presión QNH 1.004 hPa (mb).

1.8. Ayudas a la navegación

El avión contó con ayudas electrónicas a la navegación ILS y VOR/DME en el aeropuerto de Pamplona y en de Barcelona. En la aproximación a este último recibió guía vectorial por radar.

1.9. Comunicaciones

1.9.1. *Información general*

La aeronave mantuvo comunicaciones con distintas dependencias de control, entre las que destacan las que tuvo con los Controles de aproximación y de Torre del aeropuerto de Pamplona y del aeropuerto de Barcelona. La transcripción de dichas comunicaciones es acorde con lo que grabó el registrador de voces en cabina (CVR).

1.9.2. *Comunicaciones con el Control (ATC) del aeropuerto de Pamplona*

Según se desprende de las conversaciones grabadas en el registrador de voces en cabina (CVR), a las 10:54:24, durante la aproximación al aeropuerto de Pamplona, el controlador comunicó a la aeronave del accidente (indicativo ANS-8400), que la dirección del viento era 300° y la intensidad 10 kt, añadiendo la información de «nieve reciente» y más tarde aclarando que cubría la pista «una capa de nieve que se fundía fácilmente».

Momentos antes del aterrizaje y en la misma frecuencia se grabó una conversación entre un señalero que estaba comprobando el estado de la pista y la Torre del aeropuerto,

en la que éste informaba de que «Hay una peliculilla de dos centímetros de nieve que se funde al pisar».

Instantes después de haber aterrizado la aeronave del accidente, cuando ya estaba aparcada, se constató que en la misma frecuencia la Torre informaba a otro tráfico de que nevaba ligeramente y que la temperatura era de 1 °C y la temperatura de rocío 0°.

Para el vuelo que realizó a continuación a Barcelona se le asignó el indicativo de radio ANS-8041. La transcripción de las comunicaciones entre la Torre y la aeronave confirmaron que el vuelo era autorizado a despegar a las 11:26:46 y permitieron constatar también que la pista en servicio era la 33, que el viento estaba en calma y que el nivel inicial de ascenso autorizado era FL 140.

1.9.3. Comunicaciones con el Control (ATC) del aeropuerto de Barcelona

Las comunicaciones que mantuvo la aeronave con el aeropuerto de Barcelona se han resumido en el siguiente cuadro:

Hora	Estación	Posición aeronave	Contenido comunicación
12:22:55	ANS-8401	En aproximación a pista 25R	Comunican que hay un problema con el tren de aterrizaje.
12:23:11	Aproximación	Frustrando aterrizaje	Indica circuito de espera sobre RULOS a 3.500 ft, que el tráfico acepta.
11:30:28	ANS-8401	Sobre punto RULOS	Declara emergencia y avisa de que tendrán que hacer un aterrizaje sin tren de morro en Barcelona. Pide asistencia de bomberos.
12:32:22	Aproximación		Coordina con Torre la posibilidad de preparar la pista con espuma ignífuga pero la aeronave no puede esperar media hora que se estima necesaria para extenderla.
12:41:00	Aproximación		Da guía vectorial a la aeronave para ayudarle en la captura del localizador ILS y le pasa a Torre.
12:41:23	ANS-8401	LOC- ILS	Avisa a la torre de la captura del LOC.
12:41:59	Torre		Le indica que continúe la aproximación, y que el viento es viento 280°/11 kt.
12:42:41	Torre	En final	Autoriza el aterrizaje y confirma que un retén de bomberos aguarda junto a la pista 25L.
12:44:40	Torre	En final	Aparentemente su tren delantero está bajado.
12:45:46	Torre	En corta final	Su tren delantero no está bajado.
12:47:09	ANS-8401	En la pista	Estamos en la pista y vamos a evacuar.

1.10. Información sobre el aeródromo

1.10.1. Aeropuerto de Pamplona

El aeropuerto de Pamplona tiene una única pista de 2.207 m de longitud, cuyas cabeceras están designadas como 15-33. Su elevación es de 1.504 ft. La pendiente de la pista es del 0,52%, estando la cabecera 33 más elevada que la 15. No existe calle de rodadura por lo que el acceso a las cabeceras se hace por la misma pista de vuelo.

Es un aeródromo controlado con su zona de control (CTR) definida con un radio de 6,5 NM y la zona de tránsito de aeródromo (ATZ). Dispone de ayudas a la navegación VOR-DME, NDB y también ILS-CAT I para la pista 15.

Las estadísticas meteorológicas estiman una docena de días de nevada al año como media.

El aeropuerto tiene un plan de actuación frente a contingencias invernales de hielo y nieve, que incluye un procedimiento para la retirada de la nieve y el hielo.

El protocolo define como pista contaminada entre otros casos, la acumulación de nieve fundente, nieve seca o nieve mojada equivalente a un espesor de agua de 3 mm, estableciendo el objetivo de evitar la acumulación de nieve fundente, en particular, superior a 12,7 mm, mediante las operaciones de limpieza.

En el procedimiento se describen las acciones que deberá emprender la Oficina Meteorológica del aeropuerto (OMA), el Técnico de Programación y Operaciones y el Técnico en Área de Movimiento (Señalero). Un diagrama de bloques ilustra la cadena de responsables que han de tomar decisiones en caso de pista, textualmente, con «Capa nieve gruesa o hielo que afecta a las operaciones (o coeficiente <0,4). No se alude en ese diagrama al caso de que exista aguanieve, pero en una tabla adjunta se informa de los espesores de contaminante máximo de operación utilizados por las compañías: 12,7 mm de aguanieve, 50,8 mm de nieve seca y 25,4 mm de nieve mojada. Al pie de la tabla se expresa que esos son «valores orientativos de espesores máximos de contaminantes admitidos en las operaciones».

Aunque el AIP informa de que no se ofrecen servicios de deshielo a las aeronaves, describe en sus protocolos que se cuenta con un equipo de asistencia en tierra («handling») para esos servicios.

En cuanto a la disponibilidad y equipamiento para el mantenimiento de la pista el aeropuerto cuenta con un comprobador de fricción de la superficie (SFC Surface friction tester), palas quitanieves y distribuidores de urea.

Se establecen los procedimientos de difusión de la información relativa al estado de la pista mediante SNOWTAM y NOTAM, así como a través de los servicios de Control (ATC) del aeropuerto.

La dirección del aeropuerto informó de que a las 9:00 el día del accidente se produjo una precipitación de nieve, la cual se retiró con los correspondientes equipos quitanieves, esparciéndose además urea en previsión de que la precipitación fuera más fuerte de lo que en realidad fue. También informó de que se comprobó el estado de la pista antes de las llegadas de los vuelos programados (que llegaban en hora estando la pista mojada) y que el aparcamiento estaba totalmente limpio de nieve. La pista estaba mojada en los momentos en que salía el vuelo ANS-8401 con destino a Barcelona.

No se pudo confirmar si se midió la capacidad de frenada de la pista, si se hizo pública la información por ATIS, NOTAM o SNOWTAM, ni los momentos exactos en los que se limpió la pista. No obstante la tripulación informó de que durante el tiempo que duró su escala se pasaron las máquinas quitanieves.

1.10.2. Aeropuerto de Barcelona

El aeropuerto de Barcelona-El Prat³ está situado al sur de la ciudad, junto al mar y tiene una elevación de 12 ft. Dispone de tres pistas que están designadas como 25R-07L, 20-02 y la 25L-07R. Las dos primeras se cruzan entre sí.



Figura 8. Aeropuerto de Barcelona

³ Imagen tomada de Google Earth.

La pista donde aterrizó el vuelo del accidente, fue la 25L, cuya longitud es 2.660 m y 60 m de anchura. La elevación de la cabecera es de 8 ft. Esta pista tiene un perfil convexo con ligera pendiente hacia arriba en los primeros 250 m, pendiente nula en su parte central y pendiente suave hacia abajo en los 250 m finales.

La pista 25L dispone de ayuda visual PAPI de senda de planeo y de ayuda instrumental ILS CAT III. Tanto la senda visual como la del ILS, tienen una pendiente de 3°.

En el Apéndice 3 de la Publicación de Información Aeronáutica (AIP-España) se reproduce la carta de aproximación por Instrumentos a la pista 25L.

1.11. Registradores de vuelo

1.11.1. Registrador de Voces de Cabina (CVR)

La aeronave llevaba instalado un registrador de voces de cabina (CVR) de memoria en estado sólido. El tiempo máximo que podía grabar era 120 min.

Del tratamiento del registrador en laboratorio se obtuvieron cuatro pistas de audio, correspondientes a los canales de sonido del micrófono del comandante, el micrófono del copiloto, el micrófono de ambiente y un cuarto canal que es mezcla de los otros tres.

El periodo de grabación (120 min) incluía la llegada del avión al aeropuerto de Pamplona (vuelo ANES-8400), el tiempo de escala en ese aeropuerto mientras estuvo energizado el avión y el vuelo del accidente (vuelo ANS-8401).

En la siguiente tabla se resumen las conversaciones más relevantes relacionadas con el accidente que quedaron registradas en la pista que es mezcla de los tres canales. La hora (local) que aparece en la primera columna corresponde a la que registraron los sistemas de grabación de los servicios de control (ATC), después de haberla sincronizado con los tiempos marcados en el registrador.

Hora	Comunicación
10:52:17	Torre de Pamplona dice al Señalero que inspecciona la pista que si puede abandonar.
10:52:19	El Señalero contesta: «En medio minuto te comunico pista libre y el estado en que está».
10:52:36	La torre le dice que el vehículo quitanieves no puede entrar en la pista en ese momento, ni en la rodadura, y que la abandone.
10:50:57	La Torre autoriza avión a aterrizar en la pista 15, y le informa del viento 300/10 G16.
10:51:58	El avión se sitúa en el localizador.
10:53:24	El señalero informa: «Pista libre: Hay una pelculilla de 2 cm de nieve que se funde al pisar».

Hora	Comunicación
10:53:37	La Torre confirma la autorización de aterrizaje y ofrece datos de la pista 15: «Overcast a 1000 ft, layer of snow that melts very easily».
10:55:34	El comandante toma los mandos del avión.
10:57:33	Completan el aterrizaje.
10:57:34	Los tripulantes dicen: «Hemos entrado, salir será otra cosa». «Qué nevada hay aquí».
10:58:12	La tripulación realizan la lista de aparcamiento y dicen: «Parking check-list».
11:02:22	Se oye decir a la tripulación «...el equipo de deshielo que tenemos es... Tipo 1, 40%-60%».
11:02:37	Control le dice a otro tráfico de que ATC: «el tiempo está mejorando mucho».
11:03:52	Control informa a otro tráfico: "RWY 15, 310°/6kt G14, 3500 m snowing slightly sct 800 ft, o/cast 1200 ft 1 °C/0 °C qnh 1010 TL 75".
11:08:31	La tripulación dice: «¿Combustible?» «Ya tenemos».
11:09:07	Repasan la lista para el despegue («Take-off briefing»).
11:09:37	Recepción del pasaje.
11:10:47	Control informa a otro tráfico: «8 km, recent snow sct 1300 ft».
11:12:27	La tripulación hace comentarios sobre el hielo y agua en la pista, y dicen: «Performances sobradas, poco peso».
11:14:42	La Torre les autoriza al encendido de motores.
11:15:27	El Comandante sale a mirar el hielo.
11:19:07	Realizan la lista de puesta en marcha («Start-up check list»).
11:19:42	La tripulación requiere al pasaje que apaguen móviles y otros aparatos electrónicos.
11:22:37	La Torre autoriza el despegue por la pista 33, e informa de viento en calma.
11:23:27	La tripulación dice: «ATC clearance to BCN».
11:26:52	La tripulación dice: «Ready for TO. TO clearance».
11:27:27	La tripulación dice: «V1, Vr».
11:27:37	La tripulación dice: «Positive rate».
11:27:47	El tren está arriba («Gear is UP»).
11:30:57	Se alcanza nivel FL 180.
11:38:27	Se alcanza nivel FL 200.
11:43:27	Se alcanza nivel FL 220.
11:50:42	El Copiloto toma los mandos.
11:57:27	La tripulación pide descenso a Control y les autorizan a descender al nivel FL130.
12:12:27	Se alcanza 8.000 ft.
12:14:27	Control les dice: «Completar ILS a 25R».
12:16:42	Se captura la senda del ILS.

Hora	Comunicación
12:17:07	290/11 viento.
12:19:12	El comandante toma el control del avión.
12:19:27	Identifican problema con el tren, realizan espera a 3.000 ft y mueven pasaje a las últimas filas.
12:21:57	Informan a la azafata de la emergencia.
12:32:42	Control ofrece FOAM y pregunta autonomía. La respuesta de la tripulación es 15 min.
12:41:57	Control autoriza una toma de emergencia en pista 25L, e informa del viento 211/08.
12:46:47	El avión toca en la pista con las ruedas principales.
12:46:54	Toca con la parte delantera.
12:47:06	Avión parado.

En el CVR también se registraron conversaciones entre la Torre del aeropuerto de Pamplona con otros tráficos y con distintos equipos en tierra en las que se advertía cierta tensión por haber vehículos quita-nieve en la pista antes de que llegasen algunos vuelos y porque algunos aviones estaban a punto de perder slot a causa de operaciones de deshielo.

1.11.2. *Registrador Digital de Datos de Vuelo (DFDR)*

La aeronave estaba equipada con un registrador de datos de vuelo digital con una velocidad de grabación de 128 palabras por segundo. Solamente se obtuvieron unos pocos parámetros de vuelo del trayecto entre Pamplona y Barcelona.

De la información examinada cabe destacar que al final del aterrizaje, en Barcelona, el avión adoptó un ángulo de picado de $-4,6^\circ$. Los demás parámetros corresponden a un vuelo y aterrizaje normales.

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

Después del aterrizaje la aeronave quedó centrada en la pista 25L entre las calles de rodadura G-4 y G-5, dentro del primer tercio de la longitud disponible de pista.

A las 13:30, es decir, 43 min después de haber aterrizado, se procedió a izar el morro del avión con la ayuda de una grúa y a las 14:40 se retiró a la aeronave de la pista remolcándola.

Durante el recorrido de aterrizaje del avión se desprendieron las compuertas delanteras, las cuales resultaron con diversos rozamientos en su borde inferior. Las bisagras y anclajes de las mismas se rompieron. Las compuertas traseras, las antenas de VHF y el

revestimiento inferior, que quedaba alrededor de la abertura de alojamiento de tren también quedaron con ligeras marcas de rozamiento.

Del interior del alojamiento del tren se desprendieron tres trozos de hielo con un peso total de 2 kg.

En la inspección posterior al accidente no se pudieron determinar las huellas que dejó el avión durante el contacto de las ruedas del tren principal con la pista. Sin embargo, sí se observaron dos huellas longitudinales paralelas a lo largo de la pista de longitud 214 m de longitud correspondientes al arrastre de la zona del tren delantero sobre el asfalto apoyando sobre las cabezas de los actuadores de las compuertas principales del alojamiento del tren delantero.

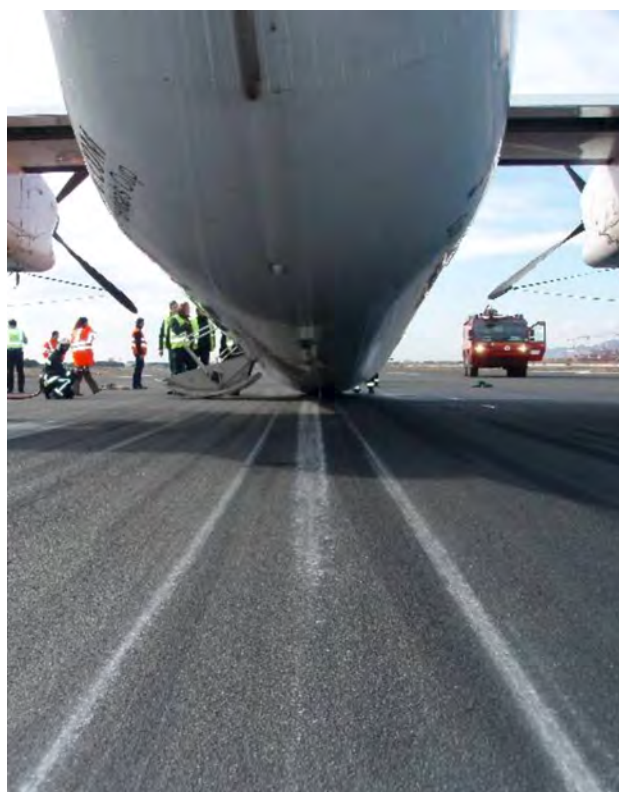


Figura 9. Marcas de arrastre en la pista

Se pudo encontrar también otra huella paralela a las anteriores, más ancha y mucho más corta, que correspondía al arrastre sobre el revestimiento inferior del morro y sobre las compuertas traseras del tren delantero.

En la cabina se encontró actuado el interruptor de inhibición y bajada (abierto) la tapa que guarda la palanca de mando que sirve para accionar el tren de aterrizaje principal en emergencia.

1.13. Información médica y patológica

No es relevante para la investigación.

1.14. Incendios

No se produjo incendio.

1.15. Aspectos de supervivencia

Tanto los tripulantes de cabina de pasajeros, como el pasaje estaban avisados de la emergencia y prevenidos para este tipo de aterrizajes.

Se realizó la evacuación de emergencia en la pista y durante la misma no se produjeron incidentes, realizándose la misma con normalidad.

1.16. Ensayos e investigaciones

Al día siguiente del accidente se realizaron pruebas completas de funcionamiento del tren delantero que consistieron en la realización de dos ciclos de retracción y extensión del tren delantero, tanto por el procedimiento normal como por el procedimiento de emergencia mientras se mantenía la aeronave elevada sobre gatos.

Los resultados fueron los siguientes:

- En el primer ciclo, con el «inhibit switch» actuado la pata se replegó correctamente, NO se extendió por el procedimiento normal y SI con el alternativo.
- En el segundo ciclo, con el «inhibit switch» SIN actuar, la pata se replegó y extendió correctamente por el procedimiento normal.

Se corroboró que el interruptor de inhibición («inhibit switch») estaba actuado, que las bombas auxiliares (eléctricas) de los dos sistemas hidráulicos estaban encendidas y que el mando de armado que sirve para guía de la rueda de dirección («steering») estaba desconectado.

No se pudo averiguar con certeza si en el aeropuerto de Pamplona recibió un apoyo técnico cualificado por parte de la compañía, dado las adversas condiciones meteorológicas que había, ni hay constancia tampoco de que hubiera solicitado dicho apoyo al aeropuerto.

Las conversaciones registradas en el CVR indican que recibió tratamiento anti hielo de fluido tipo 1 con concentración del 40% ó 60%, pero se desconoce si se realizó una inspección interior del alojamiento del tren.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. *Despegues realizados en pistas con nieve y aguanieve*

El Manual de Vuelo del avión en la Sección 1, página 11, expresa que normalmente la pista deberá estar libre de nieve en el despegue y en el aterrizaje. En el caso de que la pista esté contaminada la profundidad equivalente máxima de agua permitida es de 15 mm.

También establece que la máxima profundidad permitida de contaminante es de 6 cm. Una profundidad de contaminante de 2 cm, de densidad 0,75 gr/cc, equivale a 15 mm de profundidad de agua líquida.

También establece que cuando se opere en pistas cubiertas de nieve o aguanieve, se inspeccionen las compuertas del tren delantero desde el exterior, para ver si hay acumulación de hielo en ellas y si se hubiera formado hielo, que éste se retire y se elimine rociándolo con fluidos especiales para el deshielo.

En el procedimiento de despegue en pistas contaminadas por nieve y aguanieve, el manual especifica que se considere retrasar la retracción del tren para que se ventilen los depósitos de hielo que pudieran quedar en el tren de aterrizaje.

Asimismo, establece que el centro de gravedad debe estar por detrás del 23% MAC en el despegue después del deshielo, pues de lo contrario disminuye la eficacia del timón de profundidad.

El procedimiento también especifica que volando en circuito de espera, en condiciones de formación de hielo, el tren de aterrizaje debe estar arriba y los flaps recogidos.

Por otra parte, los procedimientos recogidos en el Manual de Operaciones contemplan la operación en tiempo frío, para las aeronaves que estén debidamente certificadas. En dichos procedimientos se señalan como áreas críticas cuando se vuela con tiempo adverso, el tren de aterrizaje, las compuertas de tren y los frenos. En relación con esto, se pide específicamente que durante la inspección pre vuelo se asegure que los bloqueos del tren, las líneas de hidráulico, todos los micros y las bisagras de las compuertas estén libres de nieve, aguanieve o hielo.

1.17.2. *Actuaciones de AENA en pistas con nieve y aguanieve*

En el documento de AENA denominado PLAN DE ACTUACIÓN FRENTE A CONTINGENCIAS INVERNALES DE HIELO Y NIEVE, en la página 31 se dice que «Cuando se presente la necesidad, las pistas u otras zonas del área de movimiento pueden ser cerradas por un periodo necesario para la inspección de las condiciones del pavimento, la remoción de nieve o la medición del coeficiente de rozamiento. La decisión sobre el cierre y reapertura de las pistas u otras zonas del área de movimiento será tomada por la dirección del Aeropuerto».

1.18. Información adicional

1.18.1. *Declaraciones de la tripulación*

La tripulación informó que en los tres vuelos realizados ese día hubo hielo en vuelo y se accionaron los sistemas anti hielo de entrada de aire al motor, hélice y alas (la temperatura era inferior a 5 °C y había precipitaciones).

Asimismo, comentaron que aterrizaron por la pista 33, que estaba resbaladiza y que durante el aterrizaje en Pamplona la temperatura era de 0 °C aproximadamente y precipitación de aguanieve («slush»)⁴.

También informaron de que entre la toma y el despegue se limpió la pista y hubo otras dos operaciones más.

Durante el recorrido en tierra para el despegue, las pistas y calles de rodaje estaban limpias y no pisaron agua nieve.

La inspección pre-vuelo la realizó el Comandante y encontró algo de hielo en la pata de morro que retiró con la mano.

Otra información que aportaron es que en el despegue sonó por un momento un aviso del GPWS en el que se podía oír «TOO LOW GEAR».

En la ruta hasta Barcelona no encontraron precipitación aunque entraron en nubes a unos 8.000 ft o 9.000 ft (el FL del vuelo fue 220). La temperatura exterior era en torno a -33 °C.

Al actuar sobre la palanca de tren para proceder a aterrizar en Barcelona se encendió la configuración de luces siguiente:

AMBAR (Compuertas abiertas)	AMBAR (Compuertas abiertas)	AMBAR (Compuertas abiertas)
	ROJA (tren inseguro)	
VERDE (tren abajo y bloqueado)		VERDE (tren abajo y bloqueado)

Durante ese periodo de tiempo escucharon un ruido muy fuerte y notaron vibraciones en la zona del tren de morro. Mantuvieron una velocidad de 160 kt hasta que estuvieron a 4 NM de la pista 25R.

Realizaron un segundo ciclo de tren durante el cual el tren subió normalmente y bajó igual que antes (luz de tren de morro en rojo) y es cuando realizaron un aterrizaje frustrado.

⁴ El aguanieve es una mezcla de agua y nieve que fluye como un líquido espeso, con densidad de unos 0,78 gr/cc.

Realizaron un tercer intento con procedimiento normal en el que de nuevo el tren subió bien y al bajar quedó la luz del tren de morro en rojo. Comunicaron a torre el problema con el tren y se fueron a la zona donde les indicaron para proceder a realizar el procedimiento alternativo (emergencia) de extensión del tren.

Tras realizar el procedimiento de emergencia, observaron en el alojamiento situado en el suelo (donde va la palanca del cable que actúa sobre el tren delantero) que las luces verdes del tren principal estaban encendidas y la del tren delantero no.

Finalmente declararon emergencia y pidieron a los tripulantes de cabina de pasajeros que llevaran a los pasajeros a la parte posterior del avión. A continuación repasaron con los tripulantes de cabina de pasajeros el procedimiento de emergencia durante la aproximación.

Una vez en tierra el copiloto abrió la puerta normal para salida del pasaje (1L) y ayudó desde fuera a descender del avión a los pasajeros.

Los servicios de emergencia del aeropuerto ya estaban presentes al detenerse el avión y no hubo problemas de pánico o nervios durante la evacuación.

2. ANÁLISIS

En este accidente es interesante analizar por separado los distintos escenarios en los que operó el avión, que terminaron con un aterrizaje de emergencia con el tren delantero replegado.

Por un lado hay que considerar las circunstancias que se dieron en el aterrizaje en el aeropuerto de Pamplona y durante su escala allí. En segundo lugar, procede repasar como se desarrollaron el despacho, el despegue y posterior ascenso del avión en el vuelo con destino a Barcelona. Un tercer punto a tratar es el proceso de formación de hielo, ¿Cómo y cuándo se produjo? A continuación se analizará el vuelo de crucero y posterior aterrizaje en el aeropuerto de Barcelona y por último las acciones que serían susceptibles de mejorar para evitar sucesos similares en un futuro.

2.1. Aterrizaje y escala en el aeropuerto de Pamplona

Tanto la información meteorológica facilitada por la Agencia Estatal de Meteorología, como la comunicada por la Torre del aeropuerto, coincidían en señalar que en el aeropuerto de Pamplona o bien estaba nevando, o había nevado poco antes de la llegada del avión y que las condiciones eran propias para la formación de hielo, con temperaturas ambiente de 0 a 1 °C y temperaturas de rocío de 0 °C.

Las informaciones facilitadas por los responsables del aeropuerto sobre el estado de la pista y las superficies de rodadura y de aparcamiento, apuntaban a que las superficies por donde rodó el avión estaban limpias pero mojadas, sin precisar más al respecto.

No obstante, la tripulación apreció durante el aterrizaje que la pista estaba contaminada por aguanieve. Entre las conversaciones registradas en el CVR había algunas entre la Torre del aeropuerto y el señalero y entre la torre y otros tráficos en las que se informaba de que en la pista había una pequeña capa de 2 cm, que se fundía fácilmente al pisar. Esa pequeña capa a la que se referían era precisamente el aguanieve, y si realmente existían depósitos de 20 mm de aguanieve y estaban bien medidos, representaban condiciones marginales de operación o fuera de los límites permitidos. Las limitaciones de la aeronave afectada establecen, en su manual de vuelo, un máximo de 15 mm de agua nieve.

Los protocolos de limpieza de pistas del propio aeropuerto establecen un máximo operativo de 12,7 mm de aguanieve, si bien se dice al mismo tiempo que ese límite es «orientativo».

Se debería clarificar qué son límites máximos de operación y que aunque éstos no se rebasen existe un importante riesgo para las operaciones.

Analizando los archivos de sonido registrados en el CVR, se pudo averiguar que la carrera de aterrizaje en el aeropuerto de Pamplona duró 25 s, mientras que la carrera de aterrizaje en el aeropuerto de Barcelona duró 17 s. Aunque el tiempo empleado en la frenada no sólo depende de las condiciones de la pista, sino de otros muchos factores, sí se puede obtener una idea acerca de si la pista tenía unas mejores o peores condiciones de frenada. En este sentido, las afirmaciones de la tripulación tras el aterrizaje comentando que despegar sería más difícil de lo que les había resultado el aterrizaje, son también un indicio de que las condiciones de la pista no eran las deseables.

Durante la investigación no se pudo constatar fehacientemente que desde la Torre se hubiera informado a otros tráficos sobre las condiciones exactas de la pista.

Respecto a la preparación del vuelo a Barcelona, el análisis del CVR también permitió conocer que la tripulación estuvo pendiente del tipo de fluido anti hielo que se estaba utilizando y su composición y que el comandante salió a comprobar si había hielo en la zona del tren de aterrizaje y halló hielo que él mismo quitó con la mano, según declaró. Esta acción está de acuerdo a lo expresado en los procedimientos en tiempo frío, que exigen que se compruebe *externamente* el área de las compuertas del tren delantero para detectar la posible presencia de hielo.

Es muy probable que no llegase a mirar con detenimiento el alojamiento porque no lo exige el procedimiento. Para poder visualizar perfectamente el alojamiento del tren era preciso agacharse a una altura por debajo de los 60 cm, mirar hacia arriba y también contar con una linterna para iluminar la zona a inspeccionar.

Por todo ello, si había depósitos de nieve en el interior del alojamiento del tren era muy poco probable que el Comandante hubiera podido detectarlos. Hubiera sido necesaria la presencia de ayuda especializada que contase con los medios adecuados para haber hecho una comprobación exhaustiva del alojamiento del tren.

De lo anteriormente expuesto se desprende que, muy posiblemente, había nieve o aguanieve en la pista cuando el avión aterrizó en el aeropuerto de Pamplona, encontrándose indicios de que parte de la misma podía haber quedado depositada en el alojamiento del tren sin que este hecho se llegara a detectar porque no se hizo una comprobación rigurosa de todo el alojamiento, ni se contó con personal y medios adecuados para hacerla.

2.2. Despacho del vuelo ANS-8401, despegue, ascenso y crucero

La tripulación completó todas las listas de chequeo antes del despegue y tuvo presentes las posibles pérdidas de prestaciones debido al hielo, compensadas por la poca carga que llevaba el avión. Durante la investigación informaron de que ni durante la

rodadura, ni tampoco en el despegue estuvieron circulando sobre aguanieve. Durante el tiempo que duró la escala en el aeropuerto de Pamplona, las condiciones mejoraron mucho, experimentando un aumento de la visibilidad y disminución de la nubosidad. También había cambiado el viento, circunstancia esta que les permitió despegar por la pista 15.

Parece muy poco probable que el agua, que en forma de hielo se halló en el alojamiento del tren, hubiera entrado durante el despegue, ya que parece contrastado por las declaraciones de tripulantes y del aeropuerto que durante esa operación la pista estaba limpia.

Después de una carrera de despegue normal se fueron al aire y retrajeron el tren de aterrizaje rápidamente. Como no eran conscientes de la posible contaminación del alojamiento de tren delantero no consideraron la conveniencia de mantener el tren abajo para que se ventilaran y se drenaran los restos, como está recogido en los procedimientos. De todas maneras, el ascenso fue rápido y en pocos minutos estaban en niveles donde la temperatura estaba muy por debajo de 0 °C donde ya no podía producirse deshielo, sino todo lo contrario, es decir, nuevas formaciones de hielo debido a la humedad ambiente.

Se tiene constancia de que se replegó el tren inmediatamente después del despegue, porque en el momento de seleccionar tren arriba sonó y quedó grabada la señal acústica del Sistema de Aviso de Proximidad al Terreno (GPWS) indicando que debía de sacar el tren por estar demasiado bajo (TOO LOW, GEAR). Este aviso del GPWS no debe sonar en despegue, ya que está previsto exclusivamente para la fase de aterrizaje. La alarma debe sonar cuando se desciende por debajo de 500 ft con velocidad reducida menor de 178 kt, con el fin de avisar de un posible olvido de extensión del tren. Durante el despegue se inhibe la señal durante un cierto tiempo (el aviso está asociado a temporizadores de la sensación tierra/aire). Es posible que los sensores de tierra/aire, situados en las patas del tren de aterrizaje, estuvieran también contaminados con aguanieve y fueran los responsables del aviso espurio.

La información meteorológica disponible establecía la posibilidad de que hubiera nubosidad entre los 2.000 ft y los 8.000 ft. Según la tripulación se encontraron con nubes entre 8.000 ft y 9.000 ft. En cualquier caso, aunque hubiera excesiva humedad en el ambiente, no parece posible que dicha nubosidad penetrara y se depositara en forma de hielo dentro del alojamiento del tren delantero (que estaba cerrado), durante el corto espacio de tiempo que necesitó la aeronave para atravesar la zona de nubes.

Durante la fase de crucero a Barcelona se voló a niveles de vuelo de FL220, en los que no había nubosidad y la temperatura exterior era de -35 °C, por lo que no se considera posible que en esa fase de la operación se introdujera humedad exterior en el tren de morro.

2.3. Proceso de formación del hielo en la pata

A la vista de las consideraciones anteriores, parece que lo más probable es que al pisar la aeronave aguanieve a alta velocidad durante el aterrizaje en Pamplona, esta se hubiera proyectado por centrifugación hacia arriba entrando en el alojamiento del tren, para después solidificarse. Las compuertas traseras, haciendo de embudo, pudieron haber facilitado la entrada de aguanieve. La pequeña altura de la parte inferior del fuselaje en la zona del morro facilitó un gran flujo de salpicaduras. La distancia del contorno de las ruedas a la entrada del compartimiento de tren de morro es de sólo 25 cm. Por el contrario, en las patas del tren principal la mayor separación de las góndolas respecto al suelo evitó la entrada de agua.

Una vez que el agua se había introducido en el alojamiento del tren permaneció allí durante todo el tiempo que duró la escala. Seguramente parte del agua de deshielo fluiría y se congelaría en la pata de morro mientras estuvo aparcado y ese sería el hielo que el comandante retiró con la mano.

El deshielo de parte del aguanieve que se había acumulado en el alojamiento del tren seguramente continuó durante el despegue, ascenso y primera parte del crucero del vuelo a Barcelona. Se debe considerar que con temperaturas de cero grados cualquier aporte energético a la nieve o aguanieve produce deshielo, porque los pequeños cristales de hielo que lo forman absorben el calor latente de fusión. En la fusión se desprende, no ya solo el agua líquida del deshielo, sino también la retenida por capilaridad y tensión superficial, en el aguanieve.

La retracción del tren se efectuó normalmente y las ruedas delanteras se introdujeron en su alojamiento con las compuertas cerradas. Dentro del alojamiento había varias fuentes de calor. El procedente de los neumáticos muy calientes tras la rodadura, el que



Figura 10. Hielo desprendido

venía de la cabina de vuelo acondicionada, el de las tuberías de hidráulico y el de los martinets de tren y compuertas que también desprenderían calor. En ambiente con temperaturas ligeramente por encima de la de congelación y ayudado por el calor expedido por los elementos citados, comenzó el deshielo y el flujo de agua. La tensión superficial del agua sucia del deshielo retuvo el agua en la superficie del forjado de aluminio de la pata, a muy baja temperatura. La cesión de calor latente de

fusión del agua líquida al aluminio de la pata y al aire circundante, que estaban más fríos, volvieron a congelar el agua formando hielo. El enfriamiento se acentuó tras el despegue al iniciar el ascenso el avión.

Si se observa la secuencia de recogida de tren de morro (Figura 7), se ve cómo el cuerpo de la pata gira hacia delante, mientras que el montante articulado se quiebra y vuelve a estirarse en posición aproximadamente horizontal, yuxtaponiéndose a la propia pata recogida, justamente en la zona del mecanismo de bloqueo de tren arriba. El cuerpo de la pata es un forjado de aluminio de gran capacidad calorífica.

Al alcanzar el avión elevadas altitudes de vuelo, encontró también temperaturas ambiente muy bajas que terminarían de congelar toda el agua que todavía quedaba en estado líquido.

El hielo acumulado sobre la pata envolvió el montante articulado rigidizándolo e impidiendo su desbloqueo mecánico cuando se accionó el actuador de desbloqueo o se tiró de la palanca que accionaba el sistema alternativo, sin que la potencia del hidráulico fuera capaz de romper el hielo.

2.4. Aterrizaje del vuelo ANS-8401 en Barcelona

La tripulación no fue consciente del fallo del tren delantero hasta que estuvo en la senda de aproximación e intentó desplegarlo. En ese momento reaccionaron frustrando la maniobra de acuerdo con los procedimientos definidos para este tipo de emergencia. Todo ello se hizo de acuerdo con las instrucciones de control.

Después de varios intentos por extender el tren sin conseguirlo, que se hicieron mientras hacían un circuito de espera, la tripulación tomó la decisión de realizar un aterrizaje de emergencia sin el tren delantero. En ese momento no se sospechaba cuál era la causa del bloqueo del tren y debido a que la aeronave llevaba volando sobre Barcelona unos 25 min, la decisión de aterrizar parece que fue la más adecuada.

Las condiciones atmosféricas eran buenas y la temperatura de alrededor de 11 °C. Mientras se producía la toma de tierra la tripulación tuvo la confirmación por parte de Control de que el tren delantero no estaba desplegado, aunque las compuertas delanteras sí estaban abiertas.

La aeronave aterrizó finalmente con una configuración de flaps de 15°, con las dos patas de tren principal extendidas, la pata de tren delantero replegada y las compuertas del tren delantero abiertas. El comandante había situado a todos los pasajeros en las últimas filas de la cabina de pasaje, tal y como especifica el procedimiento de emergencia, para retrasar el centro de gravedad y aliviar el peso sobre el morro del avión.

Con esa configuración hizo un aterrizaje normal hasta que, reducida la velocidad y antes de perder la fuerza aerodinámica del estabilizador horizontal, dejó caer el morro suavemente sobre la pista.

El primer contacto del morro se hizo con los bordes de las compuertas delanteras del tren. Se rompieron sus goznes y se desprendieron las dos compuertas que cayeron a la pista. El morro se apoyó entonces en las calabacillas de los actuadores de apertura de las compuertas hasta que, en los instantes finales, rozaron ligeramente los revestimientos del fuselaje y las compuertas traseras.

Las huellas dejadas por el arrastre tenían 214 m de longitud y en la grabación registrada en el CVR se registró un arrastre con una duración de 11,75 s. Suponiendo que la deceleración fue constante en esos momentos finales de la carrera, se puede estimar que el morro cayó cuando la velocidad era aproximadamente de 70 kt. En la figura 11 se muestra el espectro de sonido registrado durante la secuencia del arrastre del morro.

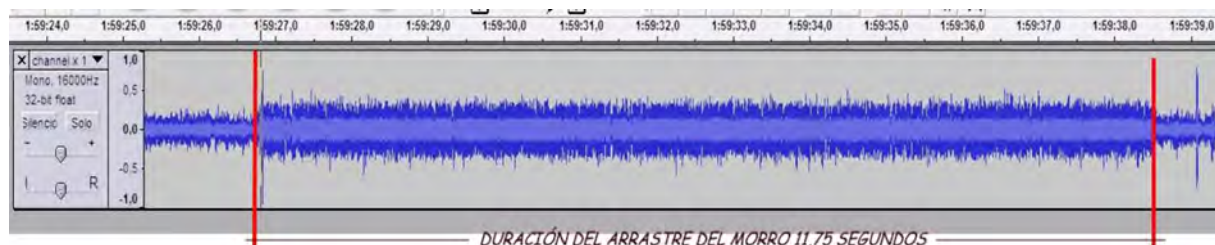


Figura 11. Espectro de sonido del arrastre del morro

Aunque no disponía de mando de dirección de ruedas de morro, el control lateral de la aeronave se pudo ejercer hasta el último instante con el uso asimétrico de los frenos de las ruedas principales y la aeronave se detuvo en el centro de la pista a unos 600 m de la cabecera 25L haciendo un aterrizaje de corto recorrido utilizando una mínima distancia de acuerdo con las prestaciones de la aeronave.

Tal vez si se hubiera sospechado durante el vuelo que había hielo en el alojamiento de tren posiblemente se podría haber facilitado el deshielo volando más bajo y en otro aeródromo o entorno más cálido, ya que el tiempo que se estuvo volando en el circuito de espera a 3.500 ft donde la temperatura era de unos 3 °C, no facilitó la fusión del hielo.

Las pruebas funcionales completas que se realizaron al tren el día siguiente, cuando todas las trazas de hielo habían desaparecido, confirmaron que, en efecto, éste era el causante del bloqueo del tren.

2.5. Acciones correctivas

Aunque no se conocen antecedentes de accidentes similares, sería deseable que por parte del fabricante se sopesara la posibilidad de instalar deflectores para las posibles

salpicaduras de agua, como los que incorporan otros aviones, o incluso cerrar completamente del alojamiento del tren delantero para evitar que pudiera entra algún objeto extraño.

Sería conveniente también que el fabricante previniera a los operadores expuestos a este tipo de contingencias para que extremen el cuidado en las comprobaciones por hielo incluyendo, como posible receptor de aguanieve, el interior del alojamiento de tren de delantero cuando se opere en pistas que pudieran estar contaminadas.

A pesar de que en el documento de AENA denominado PLAN DE ACTUACIÓN FRENTE A CONTINGENCIAS INVERNALES DE HIELO Y NIEVE, se dice que la decisión sobre el cierre y reapertura de las pistas u otras zonas del área de movimiento será tomada por la dirección del Aeropuerto, durante la investigación no quedó suficientemente aclarado quién asumió la responsabilidad de cerrar la pista para su limpieza y cuándo. Sería aconsejable que en los procedimientos del aeropuerto, se dejara totalmente claro cuándo se debe de considerar esa decisión, cuáles son los criterios objetivos para ello y qué personas deben de tomar esa decisión.

Los climas muy fríos no son los más propensos a la contaminación de las pistas. No representan los mismos riesgos la nieve seca o en polvo y la compactada, que la nieve mojada y sobretodo, el aguanieve. Estas condiciones, más peligrosas, se suelen presentar cuando la temperatura del aire fluctúa alrededor de los cero grados, o con temperaturas ambiente menores, pero con temperatura del asfalto mayor, debido a la radiación solar. La regla de la media pulgada (12,7 mm de aguanieve), solo tiene en cuenta la pérdida de prestaciones de los aviones, pero la realidad demuestra que con menos cantidad de aguanieve se puede contaminar un avión por salpicaduras, por lo que siempre que se ruede sobre nieve hay que chequear que no haya salpicaduras sea cual sea el espesor de la capa de aguanieve.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Conclusiones

- La aeronave aterrizó en el aeropuerto de Pamplona con condiciones de aguanieve en la pista y temperaturas de entre 0 y 1 °C.
- Media hora después del aterrizaje despegó hacia el aeropuerto de Barcelona.
- Durante su escala en el aeropuerto de Pamplona fue sometida a un tratamiento antihielo.
- El Comandante realizó la inspección pre vuelo y encontró trozos de hielo en la pata del tren delantero, pero no miró dentro del alojamiento del tren. No contó con ayuda especializada ni medios extraordinarios para realizar la inspección.
- Después del despegue hacia Barcelona la tripulación replegó el tren rápidamente.
- En el vuelo a Barcelona la aeronave ascendió rápidamente al nivel de crucero FL220 atravesando algunas nubes entre 8.000 ft y 9.000 ft.
- En el nivel de crucero FL220 no había humedad en la atmósfera y la temperatura era de -35 °C.
- Cuando en la aproximación la tripulación seleccionó tren abajo antes del aterrizaje previsto en Barcelona, el tren delantero no se desplegó y la aeronave tuvo que frustrar la toma de tierra.
- Tras repetidos intentos de bajada de tren por el procedimiento normal y por el procedimiento alternativo, la tripulación realizó un aterrizaje con el tren delantero replegado.
- El aterrizaje se hizo con suavidad y el avión paró en el centro de la pista arrastrando el morro en los últimos 214 m de su carrera, sin pérdida de control.
- Los 19 pasajeros y 4 tripulantes evacuaron la aeronave con normalidad con el apoyo de los servicios de emergencia.
- La aeronave presentaba daños menores.
- El tren de aterrizaje delantero no se desplegó por estar bloqueado con trozos de hielo.
- El ingreso de agua en el alojamiento de tren se produjo en forma de aguanieve al aterrizar en el aeropuerto de Pamplona.
- El blocaje de tren se produjo porque quedó atenazado por los bloques de hielo que se formaron al congelarse el aguanieve que había quedado en el interior del alojamiento del tren.

3.2. Causas

El accidente tuvo como causa la imposibilidad de desplegar el tren de aterrizaje delantero, porque estaba bloqueado por varios trozos de hielo que se habían formado en su alojamiento, al introducirse en él aguanieve, durante el aterrizaje por una pista contaminada en el aeropuerto de Pamplona.

El aguanieve no fue detectada durante la inspección prevuelo realizada antes del despegue.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

- REC 13/10.** Se recomienda a AENA que en los procedimientos del aeropuerto, se defina de forma clara cuándo se debe de considerar la decisión de cerrar una pista contaminada con nieve o aguanieve para su limpieza, cuáles son los criterios objetivos para tomar la decisión y qué personas deben tomarla.
- REC 14/10.** Se recomienda a DENIM AIR que instruya a las tripulaciones y al personal de mantenimiento sobre la importancia de comprobar fehacientemente que el avión está limpio de restos de nieve, aguanieve y barro, especialmente cuando se haya rodado por pistas que pudieran haber estado contaminadas.
- REC 15/10.** Se recomienda a BOMBARDIER que estudie la posibilidad de modificar el diseño del tren para evitar que se puedan introducir elementos de contaminación en su interior.
- REC 16/10.** Se recomienda a BOMBARDIER que defina de la manera que considere más efectiva el procedimiento que se debe seguir para inspeccionar el alojamiento del tren delantero para asegurar que se detecta cualquier elemento contaminante que se haya podido alojar en su interior.

