

RESUMEN DE DATOS
LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	26 de febrero de 2003; 19:35 h UTC
Lugar	Aeropuerto de Palma de Mallorca

AERONAVE

Matrícula	EC-ICX
Tipo y modelo	BOMBARDIER DHC-8-315
Explotador	Air Nostrum

Motores

Tipo y modelo	PRATT AND WHITNEY PW-123 E
Número	2

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	57 años	29 años
Licencia	ATPL(A)	CPL(A)
Total horas de vuelo	10.664 h	2.282 h
Horas de vuelo en el tipo	387 h	94 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			4
Pasajeros			51
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Daños menores en el tren de aterrizaje
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Transporte regular de pasajeros
Fase del vuelo	Carrera de aterrizaje

INFORME

Fecha de aprobación	22 de febrero de 2003
---------------------	------------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

La aeronave Bombardier Dash 8, con matrícula EC-ICX, aterrizaba en el Aeropuerto de Palma autorizada por Control de Tráfico Aéreo (ATC) el día 26-03-2003. Procedía de la isla de Ibiza y a bordo viajaban 51 pasajeros. La tripulación estaba compuesta por el piloto al mando, el copiloto y dos auxiliares de cabina de pasajeros. Eran las 19:30 h UTC y la tripulación efectuaba el sexto y último aterrizaje de la rotación que desde las 14:45 volaban ese día.

En el momento del aterrizaje era de noche, las condiciones meteorológicas eran visuales, y solamente se registraba un viento ligero con 3 kt de componente cruzada con la pista 24R.

El vuelo había sido normal en todos los aspectos salvo unas diferencias en las cantidades de líquido hidráulico de los dos sistemas de los que el avión dispone. Los tripulantes técnicos trataron de corregir la discrepancia, con poco éxito, mediante un procedimiento de trasvase de líquido hidráulico en vuelo. Llegados a destino, como la discrepancia de cantidades era menor y había más del mínimo de cantidad requerida, se dispusieron a aterrizar en operación normal.

En el momento de tocar tierra se constató que los frenos de las cuatro ruedas del tren principal estaban bloqueados y, a consecuencia de ello, el avión patinó y reventaron neumáticos y también se perdió presión en el sistema 2 de hidráulico. El avión paró, tras una reducida carrera, en el centro de la pista, controlado en su movimiento por la rueda de morro.

Aunque se desprendieron muchas chispas en el roce de las llantas y los conjuntos de freno con el asfalto, no se produjo incendio. Enseguida el comandante comprobó que habían reventado las cuatro ruedas principales y que se había perdido el líquido hidráulico del sistema número 2.

El pasaje desembarcó por las escaleras del avión en mitad de la pista, lugar al que se desplazaron las jardineras para recoger a los pasajeros.

1.2. Lesiones a personas

Todos los ocupantes, tripulantes y pasajeros, resultaron ilesos.

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave sufrió el reventón de cuatro neumáticos del tren principal, y roturas y daños en varios componentes.

1.4. Otros daños

La pista 06L-24R permaneció cerrada desde las 19:30 UTC del día del accidente hasta las 3:56 UTC del día siguiente, debido a las operaciones de retirada de la aeronave y limpieza de la pista.

1.5. Información sobre la aeronave

1.5.1. *Piloto al mando*

Varón de 57 años de edad, poseía licencia ATPL(A) y recientemente había realizado el curso de verificación de competencia en simulador. Pasó el reconocimiento médico periódico el 12-09-2002, teniendo validez hasta el 11-04-2003.

Su experiencia en vuelo comprendía 10.664 HV totales, siendo 387 en el tipo.

Antes de presentarse al primer vuelo ese día había disfrutado de 12 horas de descanso.

Comenzó la actividad firmando a 12:00 UTC. El último despegue de IBZ, a las 19:00, lo hizo en hora, y era el sexto y último salto del día.

1.5.2. *Copiloto*

Varón de 29 años de edad, tenía en vigor sus licencias CPL(A) y PPL(A).

Recientemente había pasado el curso de verificación de competencia en simulador y el reconocimiento médico el 23-10-2002, teniendo validez hasta el 23-11-2003.

Había acumulado un total de 2.282 h de vuelo, siendo 94 en el tipo.

Su descanso previo a la rotación del día fue superior a 10:30 h, presentándose a ella a las 11:40.

1.6. Información sobre la aeronave

El Bombardier DHC-8-315, conocido como Dash 8, es un avión biturbohélice para el transporte regional.

El avión del incidente tenía una cabina de pasajeros con acomodo para 52 personas y un peso máximo al despegue de 19.495 kg.



1.6.1. *Certificado de aeronavegabilidad*

Se había expedido por la DGAC un certificado de aeronavegabilidad para la aeronave, el 06-05-2002, válido hasta el 21-04-2003.

1.6.2. *Estado de mantenimiento*

Con 4.104 h de vuelo y 4.172 aterrizajes, se le había efectuado el pasado día 25-02-2003 la revisión A01 de 500 HV.

En el momento del accidente la aeronave había acumulado unas 9 HV y 17 ciclos más.

1.6.3. *Sistema hidráulico*

Existen dos sistemas hidráulicos, n.º 1 y n.º 2. Cada uno de ellos consta de una bomba hidráulica movida por el motor principal respectivo. Además, una bomba eléctrica auxiliar o «stand-by» presuriza el sistema en el caso de fallo de la bomba principal. La presión normal de trabajo es de 3.000 psi.

El sistema hidráulico n.º 1 (SH 1) suministra potencia hidráulica para bajar y subir los flaps, para la actuación de frenos principales y antiskid, para mover los spoilers interiores y para accionar el timón de dirección inferior.

Normalmente el sistema hidráulico n.º 2 (SH 2) alimenta la extensión y retracción del tren de aterrizaje, dirección de rueda de morro, spoilers exteriores, timón de dirección superior y el sistema de frenos de aparcamiento/emergencia.

El SH 1 puede transferir potencia hidráulica al SH 2 en el caso de que fallen simultáneamente las dos bombas principal y auxiliar del SH 2, por medio de un conjunto de turbina-bomba hidráulica.

Ambos sistemas disponen de un panel de servicio con conectores rápidos.

Los sistemas de indicación asociados comprenden: una luz de baja presión que se enciende cuando es menor de 2.000 psi, indicadores principal y auxiliar de presión, indicadores de cantidad de líquido hidráulico y los indicadores, principal y auxiliar, de sobretemperatura.

La capacidad del SH 1 es de 2,5 l de líquido, y la del SH 2 es de 5,19 l.

1.6.4. *Sistemas de freno*

Cada rueda principal del tren de aterrizaje se frena por un conjunto de frenos, en los que los discos que giran con las ruedas son aprisionados entre un plato de presión y un plato de torsión cuando se aplica presión a unos bombines integrados en el conjunto.

La presión hidráulica llega a los bombines por dos caminos o sistemas de frenos diferentes.

El sistema normal de frenos aplica presión, del SH1, cuando se pisan los pedales. La frenada se aplica directamente o por medio del sistema de antiskid, modulándose la fuerza de la frenada según el desplazamiento de cada uno de los pedales.

El sistema de frenos de aparcamiento/emergencia envía presión, del SH2, a los conjuntos de frenos, a las cuatro ruedas a la vez, cuando se acciona una palanca en el pedestal central de la cabina de vuelo. Aunque no se puede actuar diferencialmente la frenada de las ruedas de cada pata, sí se puede modular la fuerza de frenada proporcional al desplazamiento de la palanca al frenar en emergencia. La posición de freno de aparcamiento corresponde a palanca atrás. La posición adelantada corresponde a la no selección de freno de aparcamiento/emergencia.

Los dos sistemas de frenos —cada uno de ellos energizado por un sistema hidráulico distinto SH 1 y SH 2—, tienen un elemento común, que es la válvula de lanzadera. A la válvula de lanzadera llegan las tuberías de los dos sistemas de frenos y su pistón interno es desplazado a uno u otro lado dependiendo de la presión diferencial

entre los sistemas, permitiendo así que sea uno u otro sistema el que actúe los bombines de los frenos.

1.6.5. *Sistemas de antiskid*

El sistema de antiskid protege la frenada para que el avión no patine. Existen dos subsistemas que monitorizan las revoluciones de las ruedas interiores y de las exteriores. Cuando una rueda pierde revoluciones respecto a las de su pareja el sistema disminuye presión de frenado para que recupere las revoluciones. El sistema da presión de frenado proporcional al desplazamiento de los pedales de freno, pero está inhibido en tierra cuando la velocidad del avión es inferior a 12 kt. A esas bajas velocidades toda la presión de frenado está disponible para el piloto, aunque pueda llegar a bloquear las ruedas. Por el contrario, en vuelo, sin señal de WOW, el sistema no permite que llegue presión de frenado a los conjuntos de frenos, para que las ruedas comiencen a girar enseguida al tocar tierra en el aterrizaje.

El sistema cuenta con una única unidad electrónica de control de antiskid y dos válvulas dobles de control antiskid.

1.6.6. *Sistemas de avisos*

La luz MASTER CAUTION (MC), en el panel principal de instrumentos de cabina de vuelo, se enciende cuando se produce alguna anomalía o condición especial en los sistemas de avión monitorizados. Una campanada o aviso sonoro avisa del encendido de la MC. En un panel anunciador aparte se enciende simultáneamente un letrero identificando la anomalía. La luz MC puede ser reseteada o apagada por los pilotos para que pueda avisar de otra eventual anomalía posterior en cualquier otro sistema. El letrero permanece encendido en tanto se mantenga la anomalía o condición especial detectada.

Con tren de aterrizaje abajo se enciende una luz de «Parking Brake» en el panel anunciador y se dispara la MC cuando se ha accionado la palanca de freno de aparcamiento/emergencia.

Estando en vuelo con tren abajo y bloqueado, al seleccionar antiskid desde OFF a ON, o desde ON a TEST, se encienden unos avisos de «INBD ANTISKID» y «OUTBD ANTISKID» durante unos tres segundos aproximadamente y después se apagan.

1.7. Información meteorológica

Las condiciones meteorológicas de vuelo eran visuales (VMC).

1.8. Información sobre el aeródromo

El Aeropuerto de Palma, indicativo LEPA, dispone de dos pistas con orientación 06-24 denominadas izquierda y derecha, en cada uno de los sentidos.

La pista 24R tiene una longitud disponible para el aterrizaje de 3.200 m.

Una tercera pista 06-24 Central, se encuentra entre las otras dos, que normalmente no se usa y sus luces permanecen apagadas.

La pista 24 R tiene procedimientos publicados para el aterrizaje ILS y VOR/DME.

1.9. Registradores de vuelo

La aeronave iba equipada con un registrador digital de datos de vuelo (DFDR) y con un registrador de voces en cabina (CVR).

1.9.1. Registrador de voces en cabina (CVR)

No se ha dispuesto de información procedente del CVR. La grabación no se conservó después del incidente por no tomarse las precauciones necesarias para evitar su borrado automático.

1.9.2. Registrador digital de datos de vuelo (DFDR)

Se ha dispuesto para la investigación de los datos del DFDR en papel y en formato de gráficos (véase Anexo B). Cabe reseñar que este equipo, por su configuración, no registraba la aplicación de Parking Brake ni la selección o uso de antiskid.

Con referencia al tiempo medido desde el instante de la toma, se enumeran a continuación ciertos eventos y observaciones:

- -28 min Despega el avión de Ibiza según la señal de WOW (peso sobre las ruedas).
- -12 min Paso por SABAS (estimado). (SABAS es un punto de notificación.)
- -695 s Comienzan a observarse una serie de 16 sucesivos avisos de la luz de avisos MC¹. El período durante el cual saltan los avisos de MC es de un minuto y medio. En el FDR no se registra la anomalía que hizo saltar la MC. Durante ese período el avión desciende con velocidad de unos 230 kt desde el nivel de 8.000 ft hasta los 5.000 ft.

¹ Véase punto 1.6.5 en relación con MC.

- -590 s Último aviso MC que no se resetea inmediatamente.
- -549 s Paso por MJV (estimado). (MJV es una estación VOR.)
- -524 s Reseteado último del MC.
- -417 s Viraje a base (estimado).
- 0 s El avión toca en Palma según señal WOW. Su velocidad IAS es de 109 kt.
- +16 s Intento de abandonar la pista incrementando el par motor.
- +26 s Avión parado.
- +28 s El sistema hidráulico 2 pierde presión. Motores a ralentí.
- +151 s Se empiezan a reducir las revoluciones de los motores.
- +338 s Se paran los motores definitivamente.

La figura B-1 muestra los avisos de MC junto con las gráficas de altitud y velocidad IAS.

Desde el instante 0 en el que la aeronave toca en Palma se observa en los datos del DFDR el incremento significativo de la aceleración longitudinal que toma valores hasta de $-0,391\text{ g}$, equivalentes a $3,83\text{ m/s}^2$.

1.10. Comunicaciones

Se mantuvieron comunicaciones con los servicios de ATC de APP y TWR.

Las comunicaciones con TWR se facilitaron en transcripción. En los sucesos que se indican a continuación, las referencias horarias están ajustadas aproximadamente al instante de la toma:

- -104 s TWR autoriza el aterrizaje pista 24R.
- -5 s TWR provee una frecuencia de TWR-ground.
- 0 s Air Nostrum colaciona la frecuencia normalmente.
- +10 s Air Nostrum informa de que tiene un problema en la rueda derecha.
- +27 s Air Nostrum confirma que han reventado una rueda y que está parado obstruyendo la pista.
- +270 s Llegan los bomberos.
- +12 min 40 s Llegan las jardineras.

1.11. Inspección del lugar del incidente y de la aeronave

1.11.1. Huellas y restos sobre la pista

La aeronave dejó huellas y marcas de su derrape por la pista como se observa en la fotografía adjunta.



1.11.2. *Inspección de la aeronave tras el incidente*

La inspección del tren de la aeronave después del incidente mostró que cuatro neumáticos de las ruedas principales habían reventado.

La abrasión de las llantas con el suelo había limado el aluminio y los conjuntos de frenos hasta los bombines.



Se descubrió que había perdido líquido hidráulico del sistema n.º 2.

Se comprobó que el sistema hidráulico n.º 1, que durante el vuelo mostró un nivel bajo de líquido hidráulico, estaba casi lleno.

1.12. Incendio

Las chispas, que el roce de las llantas y los frenos con el suelo produjeron, no prendieron ningún incendio. Los bomberos acudieron en escasos minutos.

1.13. Supervivencia

Los ocupantes abandonaron la aeronave por sus escaleras y fueron trasladados al edificio terminal en jardineras sin ningún entorpecimiento.

1.14. Ensayos e investigaciones

1.14.1. *Pruebas sobre avión y componentes del sistema de frenos*

Después del incidente se realizó una prueba funcional del sistema de frenos de aparcamiento/emergencia con resultado satisfactorio.

Se desmontó la unidad de control de antiskid y se comprobó en taller, superando todas las pruebas satisfactoriamente.

1.14.2. *Estimación de la carrera de aterrizaje*

Teniendo en cuenta que la velocidad en el momento de la toma era de 109 kt y que las deceleraciones longitudinales durante el frenado del avión en el aterrizaje no superaron 0,391 g, se estima que la distancia recorrida en el aterrizaje fue superior a 400 m.

1.15. Información orgánica y de dirección

1.15.1. *Normas de transvase de líquido hidráulico*

En el manual de vuelo de la aeronave y en el QRH («Quick Reference Handbook») no figuran procedimientos para el transvase de líquido hidráulico durante la operación del avión, tanto en vuelo como en tierra.

Normalmente, los servicios de mantenimiento comprueban en las inspecciones de servicio el nivel de líquido hidráulico y corrigen las desviaciones que hubiera, purgando o rellenando directamente sin necesidad de poner en marcha los motores, en los paneles de hidráulico de desconexión rápida.

1.15.2. *Nota técnica interna*

El mismo día 27 de febrero de 2003, la Dirección de Operaciones en Vuelo de la compañía explotadora de la aeronave publicó una nota interna, dirigida a los tripulantes de vuelo DASH, en la que se dice que «A partir de este momento queda prohibido cauteramente el procedimiento de transvase de líquido hidráulico de un sistema a otro en fase de vuelo».

1.15.3. *Service Letter² (SL) DH8-SL-29-002A*

Una Service Letter (DH8-SL-29-002A) del fabricante de la aeronave, fechada el 19-01-2001, alerta de la posibilidad de que haya transferencia de líquido hidráulico de un sistema a otro, al actuar secuencialmente los dos sistemas de frenado, normal y aparcamiento/emergencia.

Como ambos sistemas llegan hasta las válvulas de lanzadera, si un sistema presuriza y otro libera presión se produce un trasvase de líquido de uno a otro sistema.

La SL ofrece información sobre procedimientos para evitar el trasvase o para corregir desequilibrios de cantidades de hidráulico entre los sistemas actuando sobre los frenos normales y los frenos de aparcamiento/emergencia en tierra cuando el avión está parado.

Las secuencias simétricas en la actuación de esos mandos evitan el transvase de fluido:

Típica de taxi-in	Típica de taxi-out
— PISAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>	— APLICAR FRENO <i>APARCAMIENTO</i>
— APLICAR FRENO <i>APARCAMIENTO</i>	— PISAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>
— (eventualmente poner calzos)	— (eventualmente quitar calzos)
— QUITAR FRENO DE <i>APARCAMIENTO</i>	— SOLTAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>
— SOLTAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>	— QUITAR FRENO DE <i>APARCAMIENTO</i>

² SL. Una Service Letter es un documento del fabricante de aviones o material aeronáutico mediante el cual comunica a los operadores en general —propietarios, operación de vuelo y mantenedores— información, consejos y recomendaciones relativas a la operación y servicio del avión.

Las secuencias antisimétricas producen trasvase de fluido, que se puede aprovechar para corregir desequilibrios:

Pasa líquido de SH 1 a SH 2	Pasa líquido de SH 2 a SH 1
— PISAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>	— APLICAR FRENO <i>APARCAMIENTO</i>
— APLICAR FRENO <i>APARCAMIENTO</i>	— PISAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>
— SOLTAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>	— QUITAR FRENO DE <i>APARCAMIENTO</i>
— QUITAR FRENO DE <i>APARCAMIENTO</i>	— SOLTAR PEDALES DE <i>FRENOS</i>

Se advierte en la SL que estos procedimientos deben ser ejecutados con el avión estacionario y por personal familiarizado con este procedimiento. Por otro lado, se dice que los operadores deben familiarizarse con los métodos que pueden usar para controlar la transferencia de fluido.

1.15.4. *Procedimientos de emergencia y anormales*

El QRH establece los procedimientos de emergencia cuando se producen fallos en los sistemas hidráulicos.

La pérdida de todo el líquido hidráulico de un sistema se considera como una situación de operación de emergencia y/o anormal.

1.15.5. *Procedimientos especiales en operación normal*

La compañía Air Nostrum publicó, en fecha 02-02-2004, en su manual PRM (Pilots Reference Manual) un procedimiento de transferencia en tierra de líquido hidráulico, de acuerdo con lo establecido en la SL (DH8-SL-29-002A).

1.16. Información adicional

1.16.1. *Declaraciones de la tripulación*

Se celebraron entrevistas por separado y otra conjunta con los dos pilotos.

Según dijo el comandante acerca del vuelo de Ibiza a Palma:

- Entraron en circuito en SEBAS (un punto de notificación), y sacaron tren de aterrizaje.
- No se encienden luces de Parking Brake al bajar tren.
- En el punto MJV (Estación VOR), pusieron 5° de flap.

- Está seguro de que no puso antiskid en OFF.
- Nunca entra pisando frenos de pies.

Según declaración del copiloto:

- Para facilitar el mantenimiento en tierra hicieron un procedimiento de transvase de líquido hidráulico. Él no conocía ese procedimiento directamente.
- La marcación del sistema n.º 1 era de QTY 1,5 (escala de 0-3), mientras que en el sistema n.º 2 era QTY 3,0 (escala de 0-5).
- El procedimiento no dio el resultado esperado; no se transvasó mucho líquido.
- No pusieron el selector de antiskid en OFF.
- Hicieron la operación de transvase 10 minutos antes de la toma.
- En el momento de la toma exclamó: «Has aterrizado con Parking Brake», pero vio cómo el piloto llevaba el actuador del freno hacia atrás.

En general, sobre los procedimientos de frenada en la carrera de aterrizaje, dicen que normalmente no necesitan usar los frenos de pies, incluso requieren poner motor para salir de pista. Solamente en pistas cortas como Melilla, San Sebastián y León pisan los frenos. No usan reversa, les basta «ground idle».

Sobre la toma de tierra en sí, declararon que fue muy suave, que el viento cruzado era ligero, de unos tres nudos, y que la aeronave no hizo una guiñada al reventar las ruedas. Pararon en «150 m». Observaron chispas en la frenada, pero no fuego.

1.16.2. *Sobre los procedimientos de transvase de hidráulico*

Distintas informaciones apuntan que se enseñaba en el ámbito de operaciones, desde la instrucción inicial en Bombardier, un cierto procedimiento de transvase de líquido hidráulico en vuelo, semejante al descrito en el punto 1.6.6, con una acción previa de desconexión del antiskid. En vuelo el sistema de antiskid impide que llegue presión hidráulica a las ruedas si éstas no giran. Seleccionando antiskid en OFF se permite que llegue presión de SH 1 a las válvulas de lanzadera.

2. ANÁLISIS

2.1. Ejecución del vuelo

El avión salió puntualmente de Ibiza. El recorrido Ibiza-Palma se realiza normalmente en media hora, siendo la distancia ortodrómica que las separa de unas 76 NM, a la que se debe incrementar unas 15-18 NM por el circuito de tráfico a la pista de aterrizaje 24R para obtener la distancia volada.

Era el sexto salto del día para la tripulación y la aeronave había acumulado 17 saltos desde la última revisión por parte de mantenimiento. Había probabilidad, por lo tanto, de que en todo ese tiempo se hubieran producido desequilibrios de líquido hidráulico entre los dos sistemas, como explica la SL descrita en el punto 1.15.3.

A la vista del desnivel experimentado, y teniendo en cuenta los riesgos de una pérdida total de líquido en el sistema SH2, la tripulación decidió intentar un trasvase cuando se encontraban a mitad de camino en el punto de notificación SABAS, en el punto más alto del trayecto, con el tren de aterrizaje ya bajado según declaraciones del piloto al mando.

Durante un par de minutos, antes de llegar al radiofaro VOR MJV en el que comienza el circuito de tráfico de aterrizaje, realizaron un procedimiento aprendido en la instrucción inicial en los vuelos conjuntos con el fabricante. Al parecer, el procedimiento no está escrito en ningún manual ni libro de procedimientos. Por olvido de alguno de los pasos de configuración de los sistemas, el procedimiento no consiguió el fin previsto; no obstante, en ambos sistemas hubo cantidad suficiente de líquido, pues funcionaron correctamente los flaps, spoilers, bajada del tren de aterrizaje, etc.

En el procedimiento espurio, al hacer los intentos de trasvase de líquido hidráulico se actúa sobre el selector de antiskid, se pisan pedales de frenos y se actúa con la mano el freno de aparcamiento/emergencia. Todo ello se hace secuencialmente varias veces, y como consecuencia surgen los avisos correspondientes en los letreros anunciadores de «Parking Brake» e «INBD y OUTBD ANTISKID», y también se dispara la MASTER CAUTION. En el vuelo en cuestión, según las grabaciones del FDR, aparecieron los avisos 16 veces consecutivas en el espacio de un minuto y medio. Se puede suponer que esos avisos grabados correspondían a los intentos de trasvase de hidráulico.

El último aviso de la MC no se reseteó hasta que pasaron 74 s. Lo normal es que el sistema MC se resetee inmediatamente para que esté disponible para cualquier otra eventual alarma. En este caso no se haría así por la saturación de los pilotos al recibir 16 alarmas seguidas previas durante los intentos de transvase, por la dedicación a la lectura de las listas de chequeo anteriores al aterrizaje y por la atención a las comunicaciones con TWR.

Es posible que, o bien el selector de antiskid estuviera en OFF —aunque la tripulación asegura que no movió el selector de antiskid—, o bien que el mando de freno de aparcamiento/emergencia estuviera en posición de «Parking» en el momento en el que se reseteara el MC sin que lo advirtiera la tripulación, ocupada en la preparación del aterrizaje; las listas de chequeo anteriores al aterrizaje tampoco contemplan y alertan de la eventualidad de que el freno de aparcamiento esté activado, porque es un mando que no se usa en vuelo y no debe haber ocasión de que se descoloque desde que se recogiera al iniciar el taxi previo al vuelo.

2.2. Aterrizaje

Según declararon los tripulantes, en pistas sobradas de longitud como la de Palma nunca entran pisando los pedales para optimizar la frenada con el antiskid, ni siquiera suelen usar frenos; normalmente, les basta dejar correr el avión con potencia en ralentí, y hasta es normal que tengan que aumentar la potencia de los motores para abandonar pista.

Las deceleraciones observadas, sin embargo, demuestran que en este aterrizaje comenzó a frenar el avión en cuanto descansó el peso sobre las ruedas. Si los pilotos no pisaron los frenos, se puede descartar como causa posible de una frenada brusca haber pisado demasiado los frenos con antiskid desconectado.

El copiloto exclamó que habían aterrizado con el freno de aparcamiento puesto. Fue su primera impresión, aunque declarara a continuación que había visto cómo el piloto llevaba el mando de ese freno hacia atrás, a la posición de parking, después de aterrizar. En esos momentos el copiloto observaba la operación anormal, las chispas que en la noche eran más evidentes y vigilaba el posible inicio de un incendio.

Reventaron las cuatro ruedas, lo cual indica que estaban frenadas, o bloqueados los cuatro conjuntos de frenos que las hicieron patinar.

El avión frenó la carrera más enérgicamente de lo habitual; la apreciación de los pilotos de una carrera de 150 m se debe desestimar por cuanto que, con una velocidad inicial de 109 kt y deceleraciones del orden de 0,391 g, la carrera fue mayor de 400 m. De todas formas, el avión se detenía muy pronto y el piloto intentó aumentar la velocidad para abandonar la pista incrementando la potencia de los motores, observada en el DFDR, sin que el avión respondiera por la resistencia a la rodadura de las ruedas reventadas.

Cuando el avión se detuvo al fin y el roce de las llantas con el asfalto había deteriorado los pistones de los conjuntos de freno por donde se escapaba el líquido hidráulico. El poco contenido de líquido hizo que enseguida cayera la presión por debajo de 2.000 psi y se encendieran las luces de aviso correspondientes.

La tripulación pidió ayuda a TWR y, después de comprobar que no había incendio, dejaron enfriar los motores y los pararon. Con la presencia de los bomberos, sus ocupantes desembarcaron por los medios normales de salida y se dirigieron hacia las jardineras que acudieron a pie de avión.

2.3. Los sistemas

Los sistemas de flap, spoilers, dirección de rueda de morro, timón de dirección, extensión del tren, etc., funcionaron normalmente, lo que demuestra que no hubo escasez de líquido hidráulico en ninguno de los dos sistemas.

El bloqueo simultáneo de las cuatro ruedas induce a buscar una causa común. Existen cuatro conjuntos de freno, cuatro válvulas de lanzadera y dos de antiskid, cuyos fallos hubieran afectado, sólo, a algunas de las ruedas.

Como elemento común, en el sistema normal de frenos se investigó en taller la unidad de control de antiskid y se encontró en perfecto estado de funcionamiento.

Por el lado del sistema de frenos de aparcamiento/emergencia (que actúa sobre las cuatro ruedas a la vez como se vio en 1.6.5), se comprobó la válvula selectora de freno de aparcamiento/emergencia con resultado satisfactorio.

En definitiva, no se encontró ningún fallo en los sistemas de frenos; sin embargo, la pérdida de líquido hidráulico del SH 2 demuestra que la línea de frenos de aparcamiento/emergencia estaba presurizada, lo cual sólo puede ocurrir en ausencia de otro malfuncionamiento, si se selecciona freno de aparcamiento/emergencia.

Los sistemas de frenos se manipularon 12 minutos antes del aterrizaje, tal y como se reconoce por las declaraciones de los pilotos y por los registros del DFDR. Si los avisos de MC hubieran tenido un origen diferente del funcionamiento de los sistemas de freno y antiskid, los tripulantes lo habrían expuesto en sus declaraciones.

La tripulación aseguró que nunca accionó el selector de antiskid; nunca lo puso en OFF. En esa condición cualquier intento de trasvase de líquido hidráulico sería vano. Como el sistema antiskid evita que llegue presión a los frenos normales sin señal de WOW, no es posible presurizar las válvulas de lanzadera, por el lado del SH 1, con antiskid en ON.

Otro sistema, el CVR, no ha sido útil en esta investigación por no haberse preservado sus grabaciones.

2.4. Los procedimientos

Cualquier procedimiento no escrito, confiado a la memoria y no sujeto a permanente revisión, es un mal procedimiento.

El copiloto no conocía el supuesto procedimiento de trasvase sino por la tradición oral de los pilotos que lo aprendieran en Canadá. El piloto al mando olvidó que, para que eso funcionara, tenía que seleccionar primero antiskid en OFF. Por último, posiblemente olvidó volver a la configuración inicial de los sistemas, dejando supuestamente el freno de aparcamiento/emergencia puesto cuando las preparaciones para el aterrizaje requirieron su atención.

Como este caso ha puesto de manifiesto, un procedimiento de transvase de líquido hidráulico en vuelo manipulando los sistemas de frenos tiene el doble riesgo de des-

configurar el avión para el aterrizaje dejando el selector de freno de aparcamiento/emergencia en ON, o bien dejar el selector de antiskid en OFF.

En cambio, un procedimiento para corregir desniveles de fluido hidráulico en tierra con el avión estacionado o para evitar que esos desniveles se produzcan, puede ser conveniente y aconsejable, teniendo presente que siempre se debe evitar y prevenir una falta total de hidráulico.

Algunas veces se ha interpretado que el procedimiento de la SL (DH8-SL-29-002A) es aplicable sólo a mantenimiento. No parece que sea así el caso; mantenimiento tiene procedimientos más expeditos para corregir discrepancias de nivel de hidráulico, y debe seguirlos en las inspecciones reglamentarias y ante requerimientos de las tripulaciones.

El procedimiento establecido por la compañía Air Nostrum a partir de febrero de 2004, reseñado en el punto 1.15.5, de acuerdo con la Service Letter (DH8-SL-29-002A), permite la corrección de posibles desequilibrios de cantidad de líquido hidráulico durante la operación normal de vuelo, cuando el avión está en tierra y estacionario.

Por otro lado, se deben refrescar los procedimientos sobre CVR. En los casos de incidentes, en los que la alimentación de los grabadores no se interrumpe, existe el peligro de que la información grabada se pierda. Se debe en esos casos tomar las precauciones para evitar el borrado en aras de un buen conocimiento de las circunstancias en las que se produjo el incidente.

En este caso las grabaciones de cabina de vuelo hubieran permitido conocer cómo se hicieron los intentos de trasvase, las reacciones que suscitaban los resultados y la carga de trabajo en cabina ante el inminente aterrizaje.

3. CONCLUSIONES

3.1. Evidencias

- Los pilotos contaban con las licencias apropiadas.
- El avión era aeronavegable y se habían ejecutado las labores de mantenimiento programadas.
- Se siguió un procedimiento espurio, mal aprendido y mal ejecutado de transvase de fluido hidráulico.
- En vuelo, con el tren abajo, se accionaron varias veces los mandos de frenos normales y de emergencia doce minutos antes del aterrizaje.
- El avión aterrizó, en condiciones VMC nocturnas, con los cuatro conjuntos de freno bloqueados, sin que la tripulación lo advirtiera.
- La toma fue suave y el avión frenó dentro de la pista.

- Las cuatro ruedas reventaron y las llantas de las ruedas patinaron y rozaron sobre la superficie de asfalto.
- No se produjo incendio y se recogió al pasaje, que descendió por las escalerillas, en jardineras.

3.2. Causas

Probablemente se efectuó el aterrizaje en la configuración de mando de freno de aparcamiento/emergencia en posición de «Parking».

El error provino de la ejecución, previa durante el vuelo, de unos procedimientos no escritos ni sancionados de trasvase de fluido entre los dos sistemas hidráulicos con que cuenta la aeronave.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

En el curso de la investigación de este incidente se ha puesto de manifiesto que el CVR no conservó la grabación de la información correspondiente a ese vuelo debido a que, después de producirse éste, no se adoptaron las precauciones necesarias para evitar su borrado automático. Por ello se emite la siguiente recomendación de seguridad:

REC 07/06. El operador de la aeronave debería adoptar las medidas necesarias para que en los registradores de voz en cabina (CVR) instalados en sus aeronaves se conserve la información correspondiente a los vuelos en que se hayan producido accidentes o incidentes, de acuerdo con lo establecido en la norma JAR-OPS 1.160.

ANEXO A

Aeropuerto de Palma

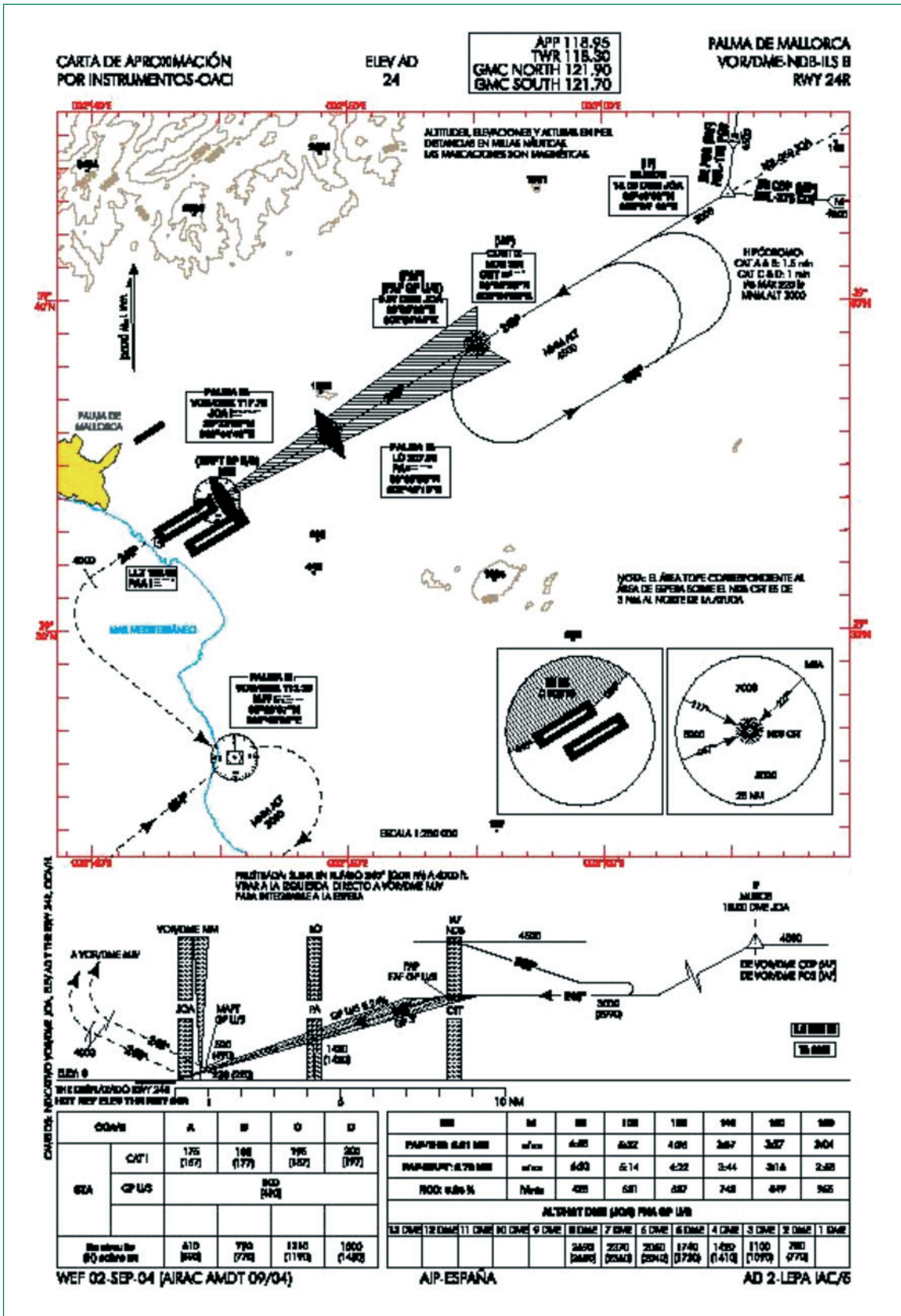


Figura A-1. Carta de aproximación ILS RWY 24R

ANEXO B

Gráficos del «Digital Flight Data Recorder»

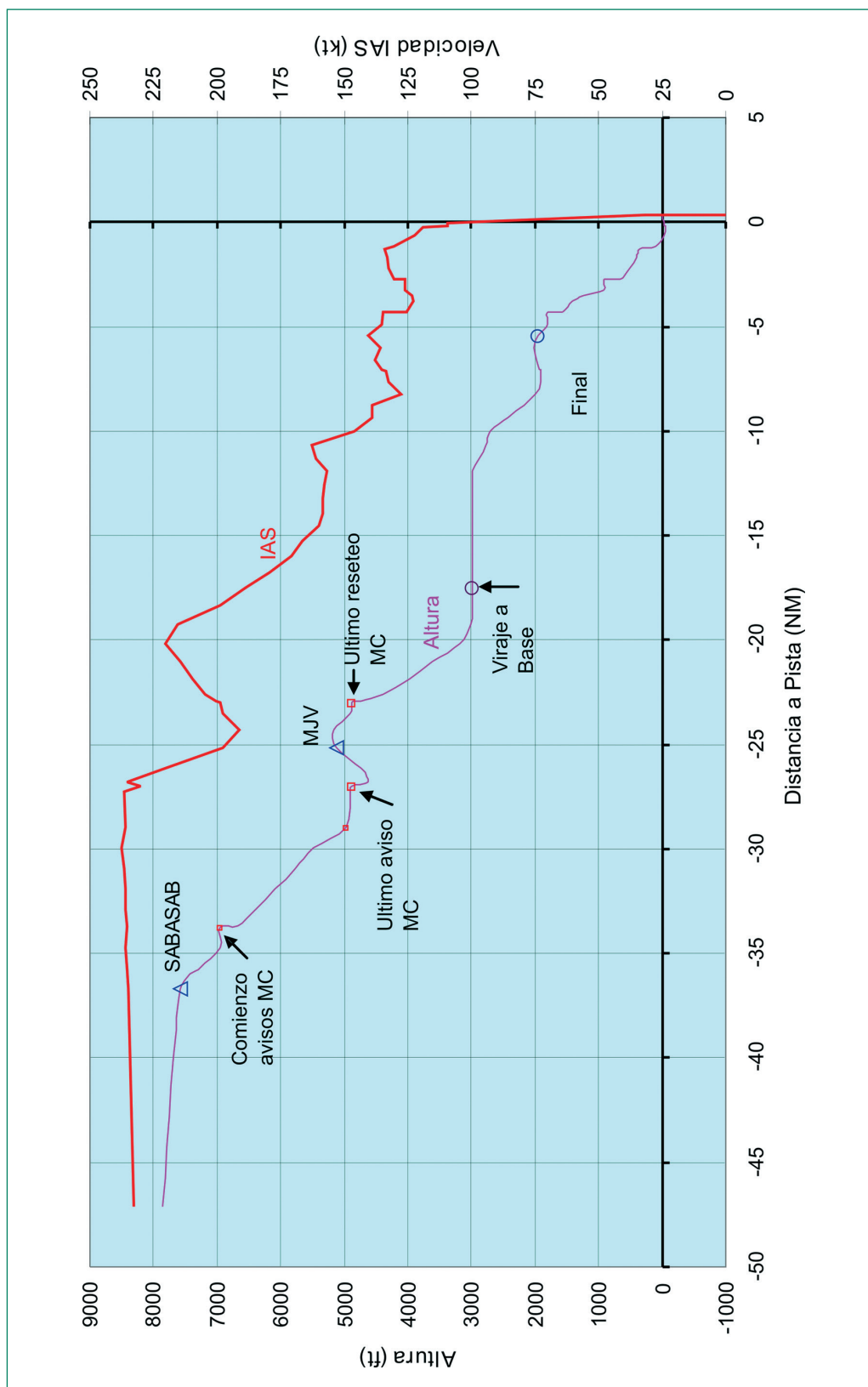


Figura B-1. Efectos del DFDR en relación con la distancia recorrida antes del aterrizaje, estimada por integración de la velocidad