

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	27 de Marzo de 2013, 13:36 UTC¹
Lugar	Aeropuerto de Alicante

AERONAVE

Matrícula	EI-DLE
Tipo y modelo	B 737-800
Explotador	Ryanair

Motores

Tipo y modelo	CFM56-7B
Número de serie	2

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	49 años	24 años
Licencia	ATPL(A)	CPL(A)
Total horas de vuelo	16.500 h	960 h
Horas de vuelo en el tipo	8.100 h	800 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			6
Pasajeros			175
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Leves
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Transporte aéreo comercial – Regular – Internacional – De pasajeros
Fase del vuelo	Despegue

INFORME

Fecha de aprobación	28 de mayo de 2014
---------------------	---------------------------

¹ La referencia horaria en el informe es la hora UTC

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

Durante la rotación del despegue desde la pista 28 del aeropuerto de Alicante, la parte trasera de la aeronave entró en contacto con la pista. Comandante y copiloto comentaron que habían notado algo extraño y mencionaron la posibilidad de haber sufrido un *tailstrike*² sin llegar a concluir en aquel momento que efectivamente éste se hubiera producido.

Ya en el ascenso inicial tras el despegue, la sobrecarga se puso en contacto con el comandante para informarle de que sus compañeras situadas en la parte trasera habían oído un ruido extraño justo al final de la carrera de despegue.

Tras hablar por dos veces con las TCP y ante la sospecha de que efectivamente la cola del avión hubiera golpeado el asfalto, el comandante decidió interrumpir el ascenso al nivel de vuelo FL220 y regresar al aeropuerto de salida. La tripulación comunicó sus intenciones a ATC, sugiriendo también la realización de una revisión de la pista, en previsión de que hubiera quedado algún resto del avión sobre la misma. Tras esta comunicación y antes de que la pista fuese revisada, otra aeronave fue autorizada a despegar por la misma pista. Este despegue transcurrió sin novedad.

El avión fue autorizado a iniciar el descenso. Al paso por los 13.600 ft de altitud, la tripulación, tras consultar el QRH³, despresurizó la cabina a consecuencia de lo cual se activó la alarma de altitud de cabina. Piloto y copiloto hicieron uso de las máscaras de oxígeno hasta alcanzar una altitud segura. La aproximación y el aterrizaje transcurrieron sin más incidentes.

Durante la inspección posterior de la aeronave se detectaron marcas en la parte trasera del fuselaje que confirmaron el contacto con la pista, aunque debido a su limitado alcance el avión pudo ser despachado sin necesidad de una reparación.

1.2. Información sobre el personal

Todos los miembros de la tripulación estaban basados en Alicante y se presentaron a tiempo en las dependencias del aeropuerto. Era el primer vuelo del día para todos ellos, cuya jornada consistiría en el vuelo de ida a Baden-Baden y el posterior retorno a Alicante.

² El término hace referencia a una situación en la que la parte inferior del cono de cola impacta con la superficie de la pista durante el despegue o el aterrizaje, como consecuencia de una excesiva actitud de morro arriba durante la rotación o la recogida.

³ QRH: Quick Reference Handbook. Documento de referencia rápida que contiene los procedimientos de aplicación de manera abreviada (mediante listas de chequeo).

El comandante había volado los dos días anteriores por la tarde, en vuelos de ida y vuelta desde Alicante. El día anterior había acabado su jornada a las 19:15. Previamente a esos vuelos había disfrutado de tres días de descanso. El copiloto se incorporaba al trabajo después de cuatro días de inactividad. En ambos casos el tiempo de actividad acumulada durante el último mes respetaba los límites legales. Ninguno reportó ningún tipo de problema relacionado con la fatiga. Sus certificados médicos estaban en vigor.

En enero de 2012 el comandante había superado un módulo del programa de instrucción recurrente trianual en el que se revisan las técnicas para evitar *tailstrike* y el procedimiento a seguir en caso de sospecha de *tailstrike*. El mismo módulo desarrolla conceptos CRM de gestión de peligros y errores mediante el análisis de un caso real de *tailstrike* sufrido por un avión de la compañía.

El copiloto completó el curso de habilitación de tipo en diciembre de 2011 y un curso integrado SEP/CRM⁴ en el mes de noviembre de 2012. Este último curso también fue superado por las cuatro tripulantes de cabina⁵ en los meses de junio, septiembre y octubre de 2012.

El controlador de torre tenía veinte años de experiencia como CTA. Estaba destinado desde 2004 en la torre de Alicante. Había trabajado en otras cuatro torres de la red de AENA. Acababa de empezar su turno de trabajo de ese día.

El controlador de ruta, que fue el primero en recabar la información referente al problema detectado por la tripulación, tenía veinticinco años de experiencia como controlador, seis de ellos en torre. Había sido piloto de transporte.

1.3. Información sobre la aeronave

El B737 del incidente era el número de serie 33587 y acumulaba 23.744 h totales de vuelo. Contaba con un certificado de revisión de la Aeronavegabilidad emitido el 9-02-2013 y válido hasta el 08-02-2014 y había sido sometido a una revisión de mantenimiento el 8-03-2013.

Esta aeronave monta dos motores CFM56-7B. Se trata de un motor definido como de empuje constante, es decir, el motor proporciona un empuje específico constante independientemente de la temperatura ambiente hasta el límite ISA+15°. El valor

⁴ Se trata de un curso de seguridad y emergencias, combinado para tripulantes de vuelo y tripulantes de cabina que integra conceptos de CRM (Crew Resources Management).

⁵ El B737-800 de Ryanair, dada su configuración de cabina con capacidad para 188 pasajeros, requiere cuatro tripulantes de cabina de pasajeros. La sobrecarga (n.º 1) y el miembro más novel (n.º 4) se sentaban en la parte delantera mientras que las otros dos (n.º 2 y n.º 3) ocupaban posiciones en la zona trasera del avión. Las tripulantes n.º 2 y n.º 3 contaban con una experiencia de 7 y 5 años en la compañía respectivamente.

estándar al despegue es de 26.000 lb (26 K) de empuje estático. El motor cuenta con dos valores fijos de empuje reducido (24.000 lb (24 K) y 22.000 lb (22 K)) que pueden ser seleccionados por la tripulación si las condiciones lo permiten con el objetivo de prolongar la vida del motor

El B737 dispone de cuatro aerofrenos o *flight spoilers* situados en el extradós de cada semiplano. Además de frenar la aeronave en vuelo incrementando la resistencia y reduciendo la sustentación, sirven como refuerzo de los alerones para el control del alabeo. Cuando la acción comandada sobre el mando de alabeo supera los 6° comienza el despliegue únicamente de los *flight spoilers* del semiplano, que desciende de manera proporcional a la deflexión de los alerones.

1.3.1. La técnica de rotación y los tailstrikes

Dentro del capítulo de despegue y ascenso inicial del FCTM (Flight Crew Training Manual) del B737 se expone la técnica apropiada durante la rotación. Para un despegue y ascenso inicial óptimos se debe iniciar la rotación de forma suave hacia una actitud de 15° de cabeceo. Mediante esta técnica la actitud de inicio del despegue (típicamente unos 8°) se alcanza en aproximadamente 3 o 4 segundos. Las velocidades de rotación adecuadas están entre los 2 °/s y 3 °/s.

Según este manual, con el avión en tierra y los amortiguadores totalmente extendidos, el ángulo de cabeceo que produce el contacto de la cola del aparato con la pista es de 11°. A cada configuración de despegue (posición de los flaps) le corresponde un margen de separación mínimo entre la cola del aparato y la pista conforme a la tabla 1. El margen se incrementa conforme aumenta la extensión de los flaps. La configuración estándar de despegue es Flap 5.

Tabla 1. Extraída del FCTM del Boeing 737-899

Flaps	Actitud a Vlof (°)	Margen cola-pista (cm)
1	8,5	33
5	8	51
10	7,6	58
15	7,3	64
25	7,0	73

Copyright © Boeing 30 de Junio, 2013
Reimpresión autorizada por The Boeing Company

El manual destaca la importancia que tiene un inicio de la rotación en el momento adecuado⁶ en las actuaciones durante el ascenso, indicando que una rotación antes de la velocidad apropiada puede desembocar en un *tailstrike*.

El control de alabeo debe ser mínimo al inicio de la carrera y se irá incrementando con la velocidad según sea necesario para contrarrestar el efecto del posible viento lateral. Un excesivo desplazamiento del mando de alabeo durante la rotación y los primeros instantes en el aire provoca el despliegue de los spoilers incrementando la resistencia aerodinámica y reduciendo la sustentación. Esto se traduce en el menoscabo de los márgenes de separación de la cola y el terreno, así como una carrera más larga y una reducción de la aceleración del aparato.

El viento lateral es por tanto un factor que aumenta el riesgo de *tailstrike*. Para combatir estas situaciones de fuerte viento cruzado puede plantearse la utilización de un empuje próximo al máximo de despegue, así como incrementar la velocidad de rotación hasta la correspondiente al peso máximo de despegue. En cualquier caso ha de procurarse evitarse la rotación durante una ráfaga, retrasando la rotación en caso de que se detecte su aparición cerca de V_r .

El B737 cuenta con un chivato o patín de cola (*tail skid*) montado en el extremo inferior del cono de cola en el área susceptible de contacto con la pista durante los despegues o los aterrizajes (figura 1). Este sistema consiste en una cofia (*fairing*) que sirve de soporte y en cuyo interior se puede introducir la falda (*skirt*) cuando la presión sobre la misma es suficiente para romper el material frangible tipo panal de abeja que hay en su interior.

Una escala con colores verde y rojo permite evaluar visualmente la magnitud del impacto y discernir cuando el sistema ha de ser sustituido (banda verde no visible).

Por su parte, dentro del apartado de operaciones anormales, el FCTM describe en detalle la problemática asociada a los *tailstrikes* y enumera los siguientes factores como desencadenantes de este tipo de eventos:

- Error en el posicionamiento del compensador del estabilizador horizontal. Normalmente consecuencia de datos de despegue erróneos (por ejemplo, peso o centro de gravedad) o de la errónea introducción de los mismos en la aeronave (FMS, rueda del compensador). La experiencia de la tripulación debe de alertar sobre la razonabilidad de estos datos.

⁶ La velocidad de inicio de la rotación (V_r), es calculada por la tripulación a partir de la tablas de actuaciones (ver apartado 1.7.1).

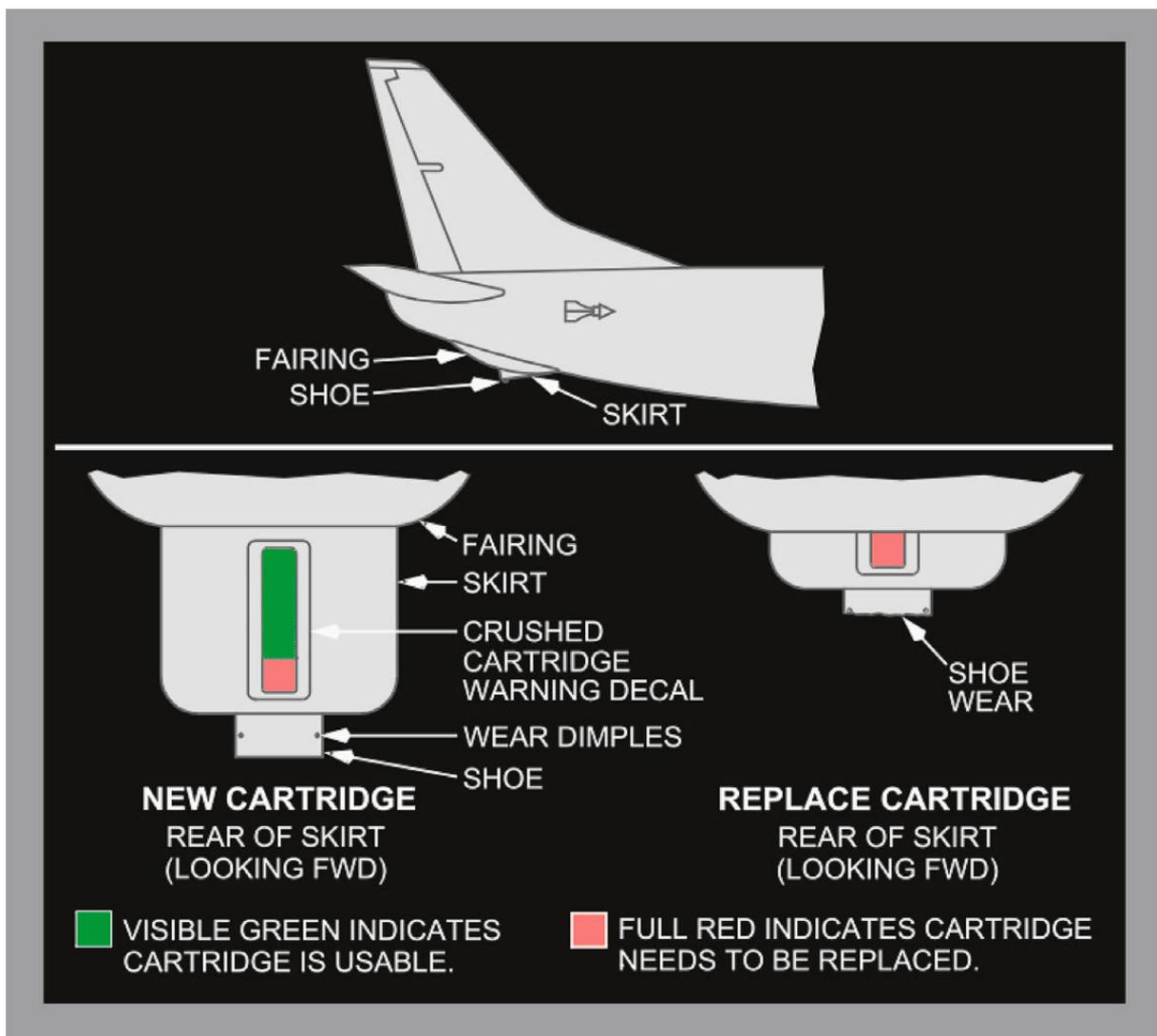


Figura 1. Tail skid según el FCTM. Copyright © Boeing 23 de Septiembre, 2010. Reimpresión autorizada por The Boeing Company

- Rotación a una velocidad incorrecta. Normalmente inferior a la requerida por el peso y configuración de flaps.
- Compensado durante la rotación. Debido a la pérdida de sensación que esta acción acarrea en el piloto a los mandos (PF).
- Régimen de rotación excesivamente alto. Los pilotos poco familiarizados en el tipo son especialmente vulnerables a cometer este tipo de error. La magnitud de la acción requerida sobre los controles durante la rotación depende del tipo de aeronave.
- Uso incorrecto del Director de Vuelo (FD). La información proporcionada por el FD sólo es fiable una vez en el aire. Aplicando una técnica de rotación adecuada el avión ha de situarse en una actitud de 15° morro arriba a una altura de 35 ft sobre la pista,

no antes. Una rotación excesivamente agresiva que busque la barra indicadora de cabeceo del FD inmediatamente puede originar un *tailstrike*.

1.3.2. Descripción del sistema de presurización y su panel de control

De acuerdo con las normas de certificación de aviones de transporte⁷, el sistema de presurización del B737 garantiza que, en condiciones normales, la altitud en cabina no supere los 8.000 ft en ningún momento del vuelo. El avión cuenta también con un sistema de aviso (visual y sonoro) que alerta cuando la altitud de cabina supera los 10.000 ft, en cuyo caso la tripulación hará uso de las máscaras de oxígeno, pues a esa altitud la falta de oxígeno prolongada puede tener efectos adversos en el ser humano. Las normas de certificación establecen así mismo que las máscaras de oxígeno han de estar automáticamente disponibles para su uso por el pasaje antes de que la altitud de cabina supere los 15.000 ft. En este avión se despliegan cuando la altitud de cabina alcanza los 14.000 ft.

Dos válvulas controlan la presión del aire sangrado de las etapas 5º y 9º del compresor de cada motor, que se trata a su paso por dos sistemas de aire acondicionado o *packs* antes de ser introducido en la cabina.

Normalmente la presurización de la cabina se controla durante todas las fases del vuelo mediante un sistema de control de presión que incluye dos controladores automáticos. Cada uno de ellos, de forma alternativa, está activo como controlador principal en cada nuevo vuelo. El otro controlador queda disponible para ser activado en caso necesario. La condición de fallo será anunciada mediante una luz en el panel de presurización (figura 2, ítem 1).

La ventilación y presurización en condiciones normales de vuelo se controla modulando la apertura de una válvula (*outflow valve*), ya sea de manera automática por el controlador activo cuando el sistema está en modo automático, por el controlador alternativo si así lo ha decidido la tripulación o manualmente, si la tripulación ha seleccionado la operación manual (figura 2, ítem 11: modos AUTO, ALTN o MAN).

En modo automático, con el avión en tierra y posiciones retraídas de la palanca de gases, la válvula *outflow* se abre y el avión queda despresurizado (modo tierra). En el momento en que se adelanta la palanca de potencia comienza la presurización de la cabina (modo despegue). De esta manera la transición al vuelo presurizado se hace más llevadera para pasajeros y tripulación y se permite al sistema gestionar mejor el efecto suelo durante el despegue.

⁷ Parte 25 (Transport Category) de las FAR (Federal Air Regulations) en EE.UU. y CS-25 (Certification Specifications: Large Airplanes) de EASA (antiguas JAR 25) en la UE.

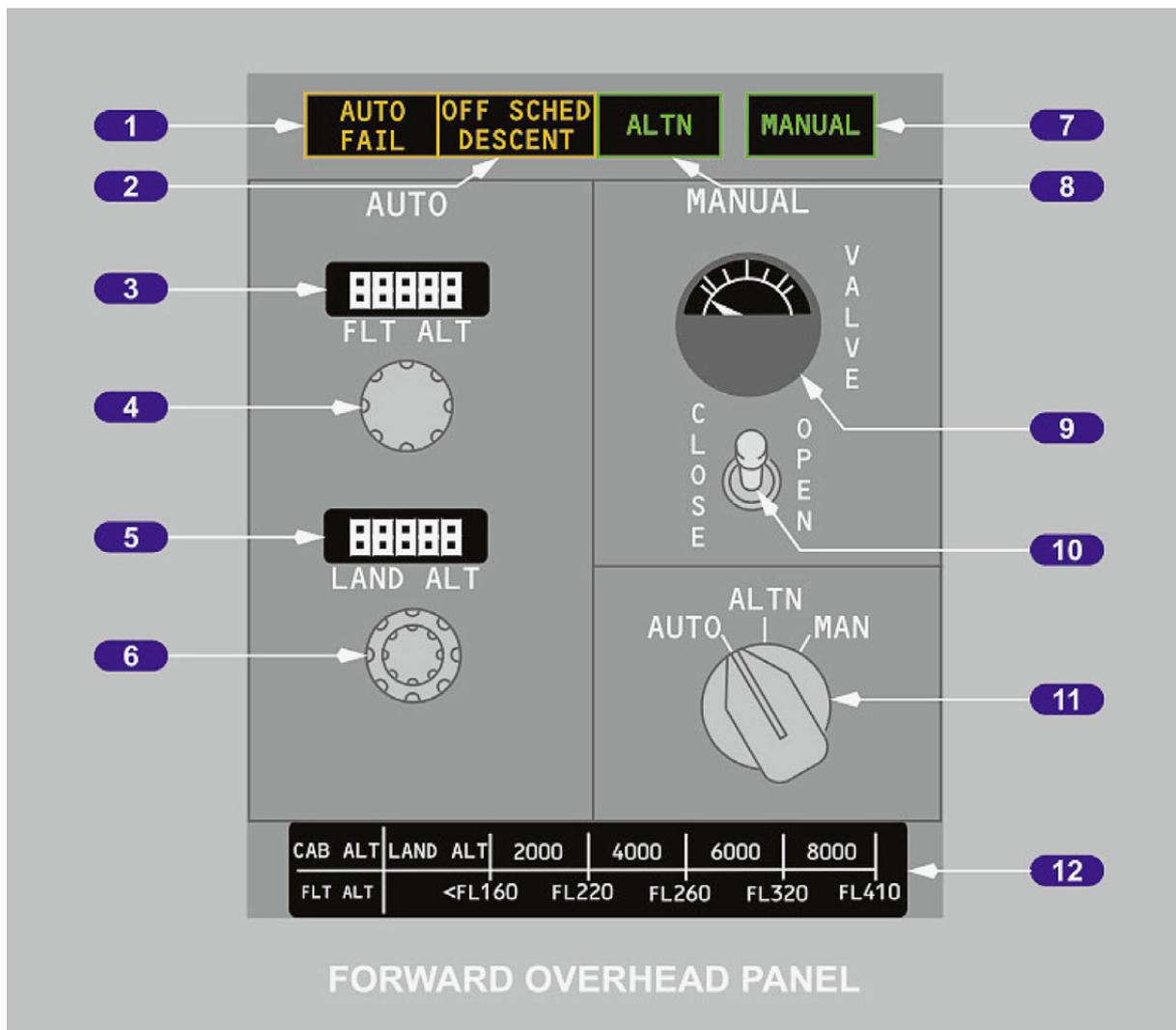


Figura 2. Panel de control del sistema de presurización. Copyright © Boeing, 11 de junio de 2010. Reimpresión autorizada por The Boeing Company

En vuelo el controlador automático regula la presión diferencial según una ley que dependerá de la fase del vuelo (modos de ascenso, crucero o descenso). Para ello el sistema ha de conocer el nivel de crucero previsto y la altura del aeropuerto de destino, que han de ser introducidos por la tripulación mediante los mandos correspondientes del panel de presurización (FLT ALT y LAND ALT ítems 3, 4, 5 y 6).

Durante el ascenso la altitud de cabina se incrementa proporcionalmente al régimen de ascenso. Justo antes de alcanzar el nivel de crucero se activa el modo crucero, que mantendrá constante la presión diferencial en un valor dependiente de la altitud de vuelo.

El modo descenso se activa cuando el avión desciende por debajo del valor seleccionado como altitud de crucero. La altitud de cabina descenderá proporcionalmente hasta un

valor ligeramente por debajo del valor seleccionado para el aeropuerto de destino (LAND ALT).

Tras el aterrizaje, durante el rodaje, el controlador abre la válvula de nuevo despresurizando la cabina. Una vez en tierra, en caso de que el sistema detecte una demanda de potencia igual o superior a ciertos límites, durante un tiempo superior a un segundo y medio, el sistema pasa a modo despegue, reiniciando la presurización.

Con carácter general el sistema automático impide que el régimen de variación de la presión en cabina exceda determinados valores que son configurables a gusto del operador. En el caso del avión del incidente estos límites son de 600 slfpm⁸ durante el ascenso y 500 slfpm en el descenso, que se reducen a 350 slfpm en crucero y en tierra. No obstante el sistema permite exceder estos límites en determinados casos relacionados con respuestas a transiciones rápidas de la presión de cabina (durante la conexión de los packs de aire acondicionado o cambios de régimen de los motores, por ejemplo). El automatismo proporciona protección ante daños estructurales por sobrepresión diferencial (ya sea positiva o negativa) que tienen preeminencia sobre el mencionado control del gradiente de presión, cuya finalidad es mejorar el confort del pasaje.

La operación manual activa la luz verde indicadora correspondiente (ítem 7). En caso de operación manual la tripulación maneja directamente el movimiento de la válvula (ítem 10) y monitoriza su posición (ítem 9). El accionamiento de la válvula se realiza mediante un conmutador con muelle que revierte a la posición neutra. La válvula tiene un recorrido de 119°. El motor eléctrico que la acciona necesita 20 s para completar el recorrido desde la posición de máxima apertura al cierre total a un régimen aproximado de 6°/s, sin que exista modulación posible por parte de la tripulación. La posición de la válvula viene determinada por el tiempo que el interruptor es mantenido en la posición de apertura o cierre.

La tripulación puede monitorizar la altitud de cabina (en ft), su régimen de ascenso/descenso (en ft/min) así como la presión diferencial (en psi) que se presentan en los relojes instalados a tal efecto dentro del panel de altitud de cabina (figura 3). Este panel también dispone de un botón para cancelar el sonido de la alarma de altitud de cabina (ítem 3).

Como último recurso para evitar daños estructurales existen dos válvulas de alivio que limitan la presión diferencial entre la cabina y el exterior a un máximo de 9,1 psi y otra válvula que evita que la presión exterior sea superior a la interior en un 1 psi (presión diferencial negativa).

⁸ slfm (Sea level feet per minute) es la unidad utilizada para medir el rango de variación de la altitud de cabina y se corresponde con el gradiente de presión equivalente a una velocidad ascensional de 1 ft por minuto en atmósfera estándar y a nivel del mar.

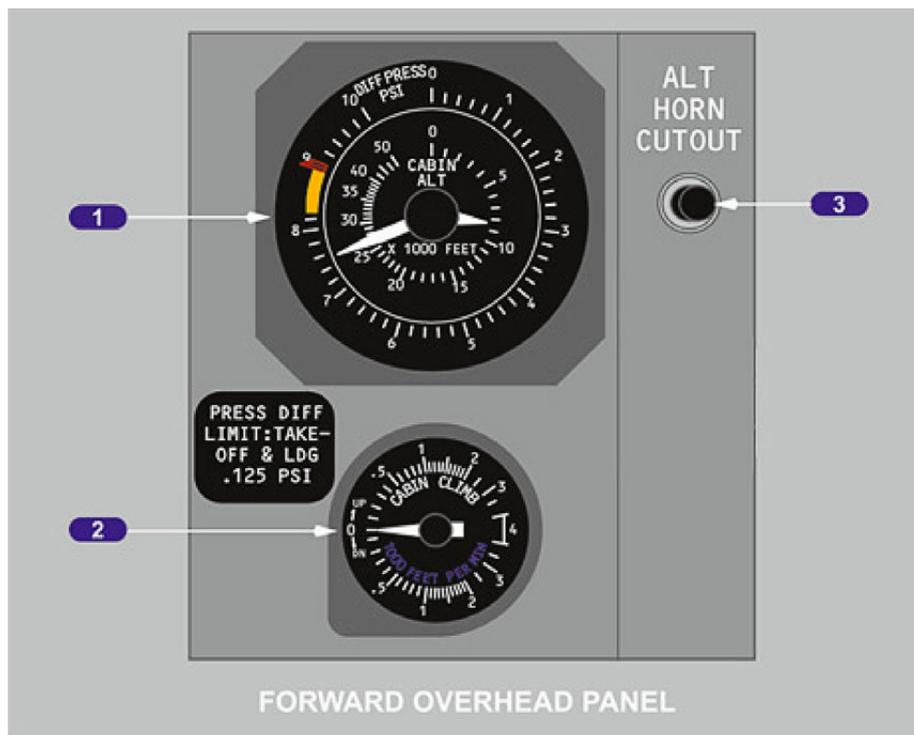


Figura 3. Panel de altitud de cabina. Copyright © Boeing, 11 de junio de 2010. Reimpresión autorizada por The Boeing Company

1.3.3. El procedimiento tras un tailstrike

El QRH del B737NG contiene el procedimiento a seguir después de un *tailstrike* (Anexo I)⁹ que alerta a las tripulaciones para que eviten la presurización del avión. El objetivo fundamental es evitar que los esfuerzos originados por las fuerzas de presurización agraven el posible daño estructural que el avión haya sufrido por el golpe y la abrasión con la pista. Para ello la tripulación ha de inhibir la presurización abriendo manualmente la válvula outflow y aterrizando en el aeropuerto más próximo. El material guía (FCTM del B737) indica que el procedimiento ha de ser ejecutado ante la mera sospecha de que un tailstrike se haya podido producir.

Según Boeing, aproximadamente el 5% (2 de 43) de los *tailstrike* reportados a Boeing en 2011 fueron detectados con cierto retraso, bien avanzado el ascenso o incluso en crucero. A consecuencia de este suceso, Boeing ha abierto un proceso de revisión del procedimiento con vistas a analizar y en su caso mejorar su aplicabilidad en esas circunstancias. En la fecha de redacción de este informe el proceso no había concluido.

⁹ La lista de chequeo original publicada por Boeing indicaba que la condición que originaba la ejecución de la lista era un tailstrike sin más precisiones. En 2009 Ryanair modificó la lista y estableció la condición necesaria para su ejecución era la simple sospecha de que un tailstrike hubiera ocurrido. La lista del anexo corresponde a la versión de la compañía.

1.4. Información meteorológica

El último informe de observación de aeródromo (METAR) previo al despegue indicaba un viento de dirección media 210° (variable entre 170° y 250°) y 11 kt de intensidad.

Por su parte, el ATIS¹⁰ radiaba valores de intensidad media del viento de 13 kt con valores máximos de hasta 23 kt y dirección variable entre 200° y 280°.

Los datos registrados por el anemómetro del aeropuerto a intervalos de 10 min en el entorno temporal del despegue (acaecido a las 13:36) se presentan en la siguiente tabla:

Hora (UTC)	Dirección (°)	Intensidad media (kt)	Intensidad máxima (kt)
13:20	250	13	20
13:30	210	11	19
13:40	180	10	18

1.5. Comunicaciones

La aeronave comunicó sin problema con los servicios ATS tanto de torre como de los diferentes sectores del centro de control de área terminal de Valencia (TACC). La torre del aeropuerto se mantuvo en comunicación con el TACC.

A las 13:36 la aeronave, con indicativo de llamada RYR9054, fue autorizada a despegar con un viento comunicado de dirección 200° e intensidad de 10 kt. La tripulación colacionó la autorización y no volvió a contactar con la torre hasta cerca de tres minutos después cuando lo hizo para despedirse y ser transferida al sector de aproximación del TACC.

A las 13:39, en su primer contacto con el TACC, éste les autorizó a continuar al ascenso a nivel de vuelo FL120.

A las 13:40 fueron transferidos al siguiente sector (sector de ruta), que les autorizó a nivel de vuelo FL220

A las 13:46 la tripulación solicitó mantener FL220, antes de que se les autorizara un nivel de vuelo superior (su nivel de crucero según el plan de vuelo era FL340).

¹⁰ Servicio automático de información área terminal. Se trata de radiodifusiones de información de vuelo esencial que se radiodifunde de manera automática con el objetivo de reducir el volumen de comunicaciones de los canales aeroterrestres VHF.

A las 13:50 contactaron de nuevo con el controlador de ruta, informando de que sospechaban que podrían haber tocado con la cola en el despegue (con alguna interferencia, literalmente se escucha: «we may have touched the tail on take-off in Alicante») y que deseaban regresar a Alicante para que el servicio de mantenimiento revisara el aparato. Sugirieron también que se avisase a la torre del aeropuerto para que se inspeccionara la pista por si se hubiera desprendido alguna pieza del avión. Fueron autorizados a descender a nivel FL130.

A las 13:51 desde el TACC se llamó a la torre del aeropuerto para transmitirles la información recibida de la aeronave. Literalmente el controlador de aproximación dijo: «...no sabe si ha impactado o ha perdido algo, que debe haber algo en la pista».

El controlador de torre confirmó la recepción de la información, respondiendo que se procedería a revisar la pista. Acto seguido, autorizó un despegue por la pista 28 e informó al servicio de plataforma de la necesidad de acometer la revisión de la pista.

Al mismo tiempo el controlador de ruta solicitó información más concreta al avión respecto del problema, preguntando explícitamente si se trataba de un golpe con un pájaro. La tripulación respondió que sospechaban que había habido un ligero *tailstrike*, que habían notado algo en la parte trasera del avión y que como no estaban seguros de lo que había sido pretendían regresar a Alicante para despejar sus dudas (literalmente: «we suspect a light tailstrike we had... on rotation we had a sudden upset and we heard a noise at the back of the aircraft. So we are not sure about it but we want to be sure before we continue that's why we want to return to Alicante»).

El controlador de aproximación contactó nuevamente con Torre comentando la posibilidad de que el avión hubiera golpeado un pájaro durante el despegue («ha notado un golpe en despegue... quizá haya sido un pájaro») y su extrañeza por el hecho de que el avión hubiera tardado tanto tiempo en comunicarlo. El controlador de torre le consultó sobre qué hacer con otro avión que se encontraba ya en aproximación a lo que el aproximador contestó que podía aterrizar («ese para adentro, no lo vamos a quitar, no está declarando emergencia ni nada»).

A las 13:55, tras autorizar al otro tráfico en aproximación a continuar el descenso, el controlador de torre autorizó al personal de plataforma a entrar en la pista y proceder con la revisión de la misma.

A las 13:56 El aproximador autorizó al RYR9045 a continuar del descenso por debajo de los 6.000 ft para la aproximación a la pista 28 a su discreción.

A las 13:58 el señalero comunicó pista libre e inmediatamente el controlador de torre autorizó el aterrizaje de la otra aeronave, ya en final. A continuación el controlador

consultó al personal de pista sobre el resultado de la revisión, a lo que aquellos respondieron que no habían encontrado nada. El controlador de torre se lo transmitió al del TACC que a su vez se lo comunicó al RYR9054.

A las 14:11:45 el RYR9054 fue autorizado a aterrizar.

1.6. Registradores de vuelo

Se descargaron los datos almacenados tanto en el registrador de datos de vuelo (FDR) como en el Quick Access Recorder (QAR) que fueron analizados con la ayuda del fabricante. Los datos obtenidos del FDR se utilizaron para reconstruir la geometría de la rotación, la contribución de los parámetros relevantes y la identificación del momento del contacto con la pista. Los datos del QAR permitieron reconstruir las condiciones de presión en cabina así como las acciones de la tripulación sobre el sistema de presurización. La evolución de la variables más significativas se presentan en las figuras 4 y 5.

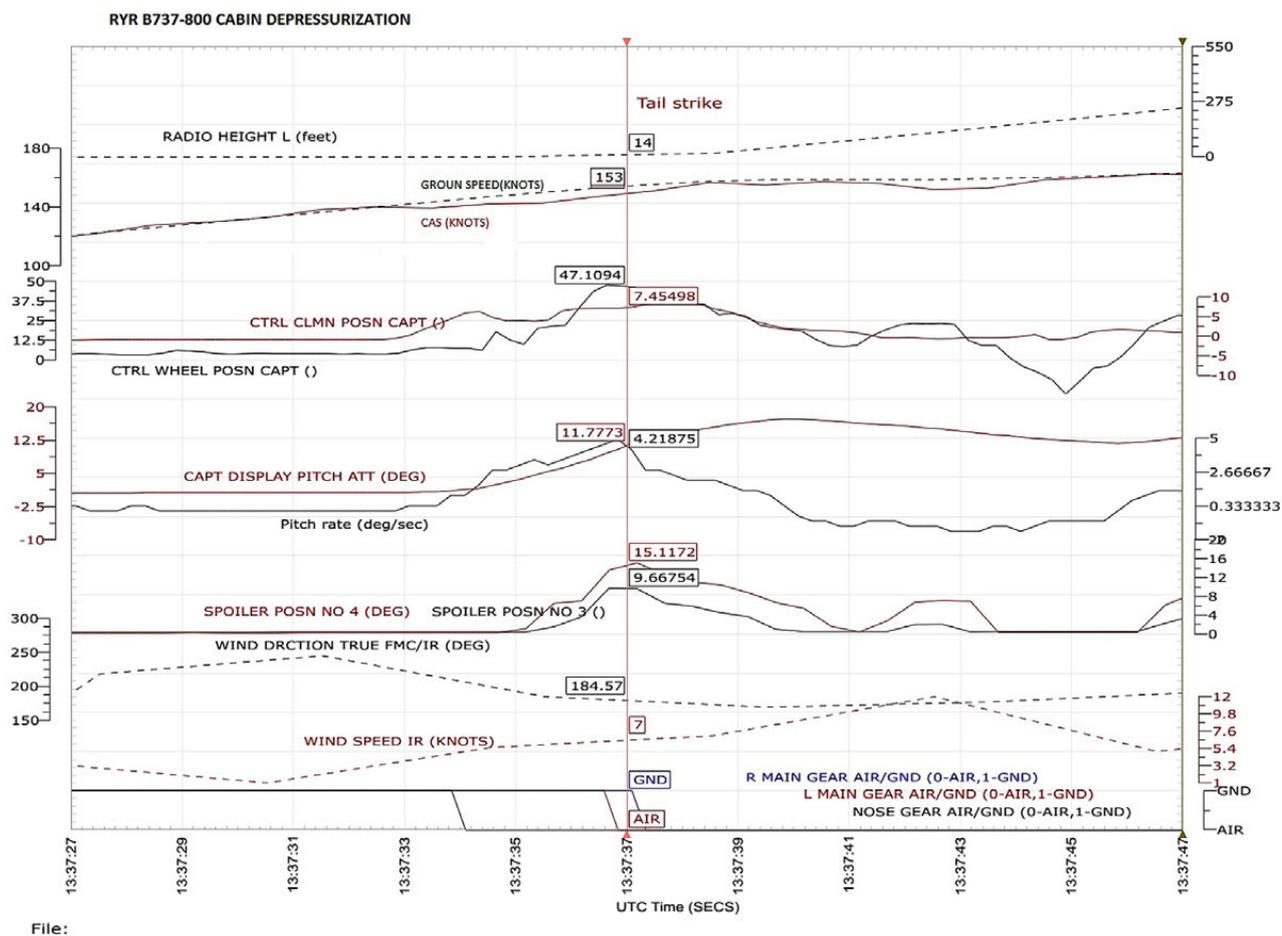
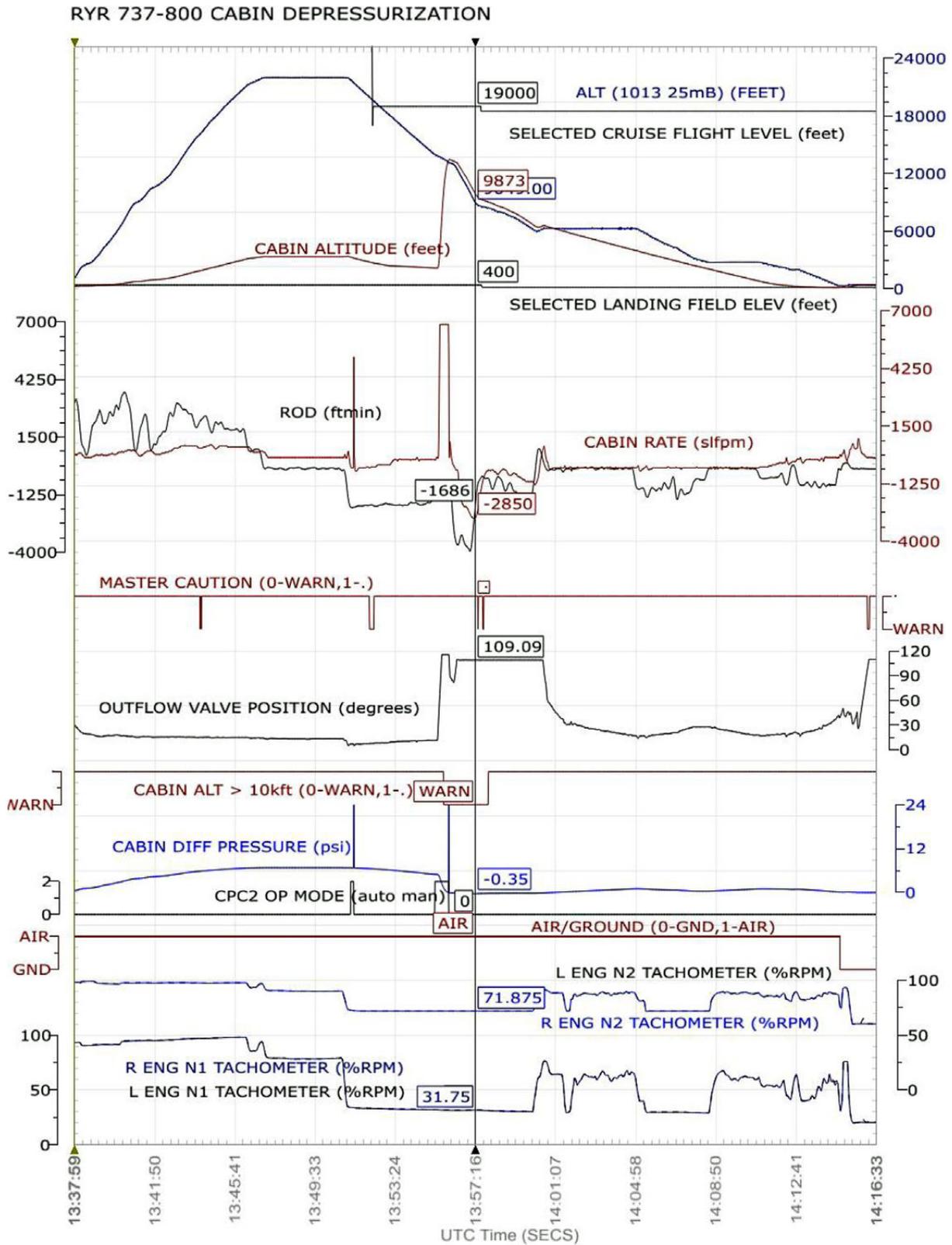


Figura 4. Parámetros relevantes durante la carrera y la rotación



File:

Figura 5. Parámetros relevantes de presurización

1.6.1. Evolución de los parámetros durante la rotación

Según datos descargados del FDR el avión estaba configurado con flaps 5 y una posición del compensador del estabilizador horizontal de 5.6 que no se movió hasta que el avión estuvo en el aire. El valor de N1 alcanzó un máximo de 93% durante el despegue, correspondiente a un empuje reducido. El FDR registró un valor del peso al despegue 146.200 lb (66,3 tm).

El viento calculado por los sistemas del avión inmediatamente después del despegue (en tierra los datos no son fiables) indicaba cierta componente lateral por la izquierda, lo que resulta congruente con los datos proporcionados por los servicios ATS y meteorológicos.

La rotación se inició simultáneamente con un período de estancamiento de la velocidad aerodinámica, que se estimó en unos 10 kt a la vista de la tendencia de las velocidades (aerodinámica y respecto al suelo) en los instantes previos de la carrera de despegue. La velocidad angular media durante la primera parte de la rotación se mantuvo por debajo de los 3 %/s, incrementándose después en respuesta a un segundo tirón del mando de profundidad hasta un valor superior a los 5 %/s.

Las acciones del copiloto sobre los mandos fueron congruentes con un viento incidente desde la izquierda. Durante la carrera el mando de alabeo se mantuvo ligeramente deflectado a izquierdas. Esta deflexión se incrementó en la fase final de la rotación hasta los 48°, lo que resultó en un despliegue considerable de los spoilers del lado izquierdo (con la consiguiente reducción de sustentación).

La señal de transición tierra-aire de las patas del tren principal se activó primero en el lado izquierdo, cuando el ángulo cabeceo era aproximadamente de 10°, y después en el derecho, cuando el ángulo de cabeceo era aproximadamente de 11,7° y superior por tanto a los 11° para los que la cola del avión entra en contacto con el terreno con los amortiguadores extendidos. En ese momento también se registró un máximo local en aceleración vertical que confirmaría el *tailstrike*.

La evolución de los parámetros una vez en el aire indicaban que el avión continuó el ascenso con normalidad.

1.6.2. Evolución de los parámetros del sistema de control de presión de cabina

Los datos registrados indicaban que sistemas neumáticos y de aire acondicionado estaban normalmente configurados antes del despegue y permanecieron así durante todo el vuelo. Ambas válvulas de sangrado estaban abiertas, los dos packs de aire acondicionado funcionando y la presión en los conductos de aire dentro del rango de funcionamiento normal.

El perfil de altitud indica que tras el despegue el avión ascendió de manera continua hasta los 22.000 ft en unos 10 min. Tras permanecer a esta altitud escasamente 4 min comenzó el descenso hasta nivelar a los 6.000 ft. El régimen de descenso fue aproximadamente constante (1.700 ft/min de media) hasta poco después de activarse la alarma de altitud de cabina, momento en el que se incrementó hasta valores por encima de los -3.000 ft/min para volver a moderarse de nuevo por debajo de los 9.000 ft.

El resto del descenso desde los 6.000 ft se acometió con regímenes normales para una aproximación (típicamente entre 500 ft/min y 1.000 ft/min).

Durante todo el vuelo hasta alcanzar los 14.000 ft en descenso, la operación de la válvula *outflow* fue automática a excepción de unos segundos justo antes del inicio del descenso, donde se seleccionó la posición manual para inmediatamente revertir a modo automático.

La evolución de la presión de cabina, su gradiente y la posición de la válvula son congruentes con esta operación en modo automático. La discontinuidad que se aprecia al inicio del descenso en las variables gradiente de presión en cabina y presión diferencial es un efecto espúreo consecuencia del transitorio desde modo manual a automático y la consiguiente pérdida transitoria de información por parte del controlador.

A los 20.000 ft en descenso se registró una indicación de la alarma «Master Caution». Esta indicación es congruente con el encendido de la luz «Off-schedule Descent» del panel de presurización, que debe encenderse cuando se inicia un descenso antes de alcanzar la altitud de crucero seleccionada en el propio panel (FL340 para este vuelo). La alarma «Master caution» se desactivó cuando la tripulación seleccionó otro nivel de vuelo de crucero (FL190) por debajo de la altitud en ese momento.

A los 13.600 ft durante el descenso, el sistema de control de presión de cabina pasó al modo manual y 8 s después, la válvula *outflow* fue abierta manualmente hasta su posición de máxima apertura (115° aproximadamente). La consecuencia inmediata fue que la altitud de presión de cabina pasó de los 2.160 ft a 13.320 ft en apenas 30 s. El gradiente máximo es desconocido puesto que su valor excedió la capacidad de almacenamiento del controlador. La alarma de altitud de cabina se activó al paso por los 10.105 ft y permaneció activa hasta que la altitud de cabina se redujo a 9.060 ft.

Cuarenta segundos después de haber seleccionado el modo manual, la tripulación revertió a modo automático. La presión en cabina ya se había igualado con la exterior (presión diferencial nula). En primera instancia el sistema comandó el cierre de la válvula para reducir la altitud de cabina (de 13.000 ft en ese instante). En ese momento se activaron las protecciones contra la presión diferencial negativa que aumentaba como consecuencia del régimen de descenso (de unos -3.000 ft/min y creciendo). De esta manera la válvula retornó a su posición de máxima apertura que permitía equilibrar más rápidamente las presiones en el interior y exterior de la cabina. La activación de estas

protecciones inhibió las que habitualmente limitan los gradientes de presión en cabina de manera que el gradiente alcanzó un valor de -2.900 slfpm. El retardo en el equilibrio de presiones se tradujo en la aparición de una leve presión diferencial negativa cuyo valor máximo no superó los $-0,37$ psi.

La estabilización de la presión exterior al nivelar a 6.000 ft permitió al controlador de presión presurizar la cabina cerrando la válvula y retomando el esquema de presurización para un descenso hasta la altitud del campo (150 ft) que había sido re-seleccionada (desde de los 400 ft iniciales) en el tramo de descenso anterior. Durante el resto del vuelo la presión diferencial fue siempre positiva e inferior a 1 psi.

No se identificaron nuevos cambios en el modo de operación (automático o manual) durante la aproximación y el aterrizaje. El comportamiento del sistema durante el resto del vuelo fue consistente con una operación automática. La altitud de cabina fue disminuyendo paulatinamente hasta un valor ligeramente por debajo de la altitud del campo de aterrizaje al contacto con la pista. Los datos registrados indicaron una transición normal al esquema de presurización esperable en tierra. El sistema pasó a modo despegue como consecuencia del incremento de N1 y N2 cuando la tripulación activó la reversa, y a continuación la válvula se abrió para equilibrar la diferencia de presiones ya en modo tierra.

1.6.3. Registradores de voz

La descarga del CVR permitió escuchar las conversaciones mantenidas en la cabina de vuelo durante todo el suceso. Los tiempos son aproximados y resultado de la sincronización con los datos UTC descargados del FDR. Las conversaciones en cabina transcurrieron en inglés y holandés. Allá donde se ha considerado relevante salvaguardar la literalidad, se ha mantenido el idioma original si éste fuera inglés. Cuando el idioma utilizado era el holandés se ha optado por una traducción al español lo más literal posible¹¹.

A las 13:11 se sintonizó el ATIS.

A las 13:31, tras arrancar los motores, la tripulación ejecutó la lista «before taxi» que incluye la posición del stab trim (5,6) y de los flaps (flaps 5). Estos mismos valores se repitieron durante la lista «Before Take-off» unos minutos después.

A las 13:37, una vez alineados con la pista, se escuchó como el comandante transfirió los mandos al copiloto y el ruido creciente de los motores confirmó la aplicación del empuje del despegue (expresión: «take-off thrust set»). A los 20 s se escuchó el *call-out* de los 80 kt pronunciado por el comandante y 10 s después el de rotación: «V1 rotate».

¹¹ Para la traducción Holandés-Inglés se contó con la colaboración del DSB (Dutch Safety Board).

La velocidad calculada y registrada en el FDR en ese instante era de 142 kt.

Transcurridos 20 s desde la rotación, el copiloto comentó que le parecía extraña la manera en que se habían ido al aire («Salió de la pista de forma extraña ¿no?») lo que fue corroborado por el comandante («Sí, no ha sonado bien»). El comandante mencionó explícitamente la posibilidad de un tailstrike («Crees que hemos tenido un *tailstrike*?») que es contestado por el copiloto con un «espero que no». A continuación, tras limpiar el avión, el copiloto sugirió la posibilidad de recabar información de las TCP con lo que el comandante estuvo de acuerdo. Este comunicó su posición a ATC que les autorizó a continuar el ascenso a FL120.

A las 13:39, dos minutos después del despegue y al paso por los 4.500 ft, sonó el timbre de llamada desde la cabina de pasajeros. Tras comprobar que la presurización de la cabina era normal, con una presión diferencial en ese momento de 2.4 psi («2.4 climbing normally»... «Si parece normal»), el comandante transfirió las comunicaciones al copiloto para atender la llamada de la sobrecarga.

Ésta le informó de que una compañera situada en la parte trasera del avión (la n.º 3) había oído un golpe como si hubieran tocado con la cola en la pista. El comandante habló durante unos minutos con la TCP que le matizó que el ruido fue como si hubieran pasado un bache pero cuando el avión estaba ya en el aire. El comandante le preguntó explícitamente si sospechaba que hubieran tocado la pista. Ella no confirmó este punto repitiendo que el ruido se había producido muy tarde, probablemente cuando las ruedas estaban ya en el aire. Ella y su compañera en la parte trasera estaban bien y todo parecía funcionar normalmente.

Tras la conversación, el comandante comentó con el copiloto lo que la TCP le había dicho coincidiendo ambos en que algo extraño había ocurrido. Acordaron que monitorizarían la presurización y que sería conveniente revisar el avión a la llegada al destino, aunque matizó que según la TCP no se oía ningún ruido anormal.

A las 13:44 el copiloto confirmó que estaban a FL147 ascendiendo hacia FL220. Al mismo tiempo que el comandante mostró su preocupación por la altura de crucero asignada («Espero que no volemos alto hoy»), a lo que el copiloto le respondió con el dato que figuraba en el plan de vuelo (FL340). Entonces, ya a una altitud de 18.000 ft, el comandante procedió a leer en voz alta el procedimiento en caso de sospecha de *tailstrike*. Al llegar el punto del procedimiento que indicaba que debían aterrizar en aeropuerto más próximo y tras ordenar al copiloto que permaneciera en el último nivel asignado (FL220), decidió volver a hablar con las TCP.

En esta ocasión fue la n.º 2 la que le indicó que no había oído nunca antes algo así y que aún sin estar segura, su sensación era como si efectivamente hubieran tocado ligeramente con la cola («but it was loud to be... It felt like we touch a little bit, I don't know, with the tail, I was our first impression and that's why we call you straight away»).

Inmediatamente después el comandante comunicó a la TCP y al copiloto su decisión de volver a Alicante. El copiloto estuvo de acuerdo («puede que no sea mala idea»).

De nuevo el comandante leyó en voz alta la lista de chequeo, comentando que debían esperar a descender por debajo de los 10.000 ft antes de despresurizar la cabina (se encontraban ya nivelados a FL220). De nuevo el copiloto dio su conformidad («Sí, exactamente»).

Tras comprobar que no superarían el peso máximo autorizado al aterrizaje¹² (en ese momento el peso del avión era ya de 65.3 Ton y estimaron que quemarían 500 kg más de combustible) contactaron con ATC para informar de sus sospechas, de su intención de regresar y sugerir la posibilidad de que se revisara la pista por la que habían despegado (ver apartado de comunicaciones).

A las 13:51, recién iniciado el descenso hacia el nivel autorizado por ATC (FL130), el comandante sugirió iniciar los ítems de la lista de chequeo («Deberíamos hacer esto antes»). En un principio el copiloto mostró su conformidad («Sí, es buena idea») con lo que el comandante comenzó a leerla en voz alta («Pressurization mode selector to manual... Outflow valve... hold in OPEN until...») pero ante una pregunta del copiloto («Quieres hacerlo ahora?...») interrumpió su ejecución sin llegar a abrir la válvula («Veamos parece que tiene truco..., volvamos a automático de momento... está bajo control»).

Poco después el comandante comentó que se había encendido la luz de «OFF-SCHEDULE DESCENT», calificándolo como lógico.

Durante esa primera fase del descenso, ATC contactó de nuevo con la aeronave solicitando información adicional sobre el tipo de impacto (ver apartado comunicaciones). El comandante también informó al pasaje e indicó a la sobrecarga que era un descenso normal, sin ningún requerimiento especial.

A las 13:55 el copiloto informó al comandante que habían alcanzado los 14.000 ft y le preguntó si quería entonces comenzar con la lista de chequeo. El comandante respondió que lo harían enseguida y que no descendiera a más de 1.000 ft/min.

Comenzó entonces a leer nuevamente la lista de chequeo completa. Unos segundos después de terminar su lectura el copiloto comentó que tendrían que usar el oxígeno lo que fue corroborado por el comandante que añadió que comenzaría a sonar la alarma («Ahora empezará a sonar, claro»). Inmediatamente después de que el comandante confirmara la total apertura de la válvula comenzó el sonido de la alarma que se prolongó durante algo más de dos minutos. Nada más activarse la alarma y tras algunas interjecciones por parte de ambos tripulantes, se escuchó el sonido de las

¹² Según la hoja de carga el máximo peso autorizado al aterrizaje era de 65,3 ton.

máscaras de oxígeno que acabó cuando el comandante confirmó en voz alta que estaban por debajo de los 10.000 ft. Unos segundos después desapareció también el sonido de la alarma.

Al quitarse las máscaras, ambos tripulantes hicieron comentarios respecto del posible error que habían cometido (Comandante: «Interjección... no deberíamos haber hecho esto...», copiloto: «no, no tengo ni idea de qué pasa con esto»).

A las 13:58, a unos 8.500 ft y una vez retomado un régimen de descenso moderado, la cobrecarga contactó con la cabina de vuelo para comprobar que los pilotos estaban bien e informó al comandante de que había pasajeros que se quejaban de molestias en los oídos.

Fueron autorizados a realizar una espera para perder altura, que aprovecharon para preparar la aproximación realizando el briefing correspondiente, comprobando la meteorología, el peso al aterrizaje, la calibración de los altímetros y los datos del FMS. Comprobaron también que no se habían desplegado las máscaras del pasaje y completaron las listas de descenso y aproximación. Durante la espera se repitieron comentarios reconsiderando lo que habían ocurrido (el comandante a las 14:01: «no deberíamos haber hecho eso... todo estaba bajo control», el copiloto a las 14:03: interjección «No pensé lo que hacía...», el comandante: «yo tampoco, no deberíamos haberlo hecho»). También durante la espera ATC les comunicó que se había revisado la pista sin encontrar nada.

A las 14:05, tras recibir autorización de control, comenzaron la aproximación desde los 6.000 ft. El comandante se dirigió entonces al pasaje informando de que aterrizarían en cinco minutos y pidiendo disculpas por las molestias que el brusco cambio de presión pudiera haberles ocasionado.

A las 14:11:45 recibieron autorización para aterrizar. Poco después se oyó como completaban la lista de chequeo de aterrizaje así como los sucesivos avisos de altura emitidas por el avión, la aplicación de las reversas y la transferencia de los mandos al comandante a los 80 kt, ya en tierra.

1.7. Declaración de testigos

1.7.1. Testimonio de la tripulación de vuelo

Comandante y copiloto manifestaron que la preparación del vuelo transcurrió con total normalidad. Las condiciones meteorológicas eran buenas, con algo de viento en Alicante.

De mutuo acuerdo decidieron que el copiloto sería el piloto a los mandos en el vuelo de ida encargándose por tanto de la preparación de la cabina mientras el comandante realizaba la inspección pre-vuelo exterior y supervisaba el repostaje.

Conforme al procedimiento, el comandante fue el encargado de comprobar los cálculos de peso y centrado proporcionados por el agente de rampa y calcular la posición del compensador del estabilizador horizontal que el copiloto posicionó físicamente. Aunque el copiloto no comprobó con detalle los valores de pesos y centrado, afirmó que los valores son siempre muy similares y que confía en su experiencia para detectar si el posicionamiento del compensador proporcionados por el comandante es acorde a lo esperado. El copiloto se encargó de calcular las velocidades operativas de despegue partiendo de los datos de actuaciones para el aeropuerto en cuestión (ver apartado 1.9.1). Comprobaron la validez de los valores obtenidos de las tablas de performance con los datos proporcionados por el computador de vuelo (FMS).

Ambos coincidieron en que durante la carrera de despegue el avión aceleró con normalidad y una vez alcanzada la velocidad requerida inició la rotación estándar hasta alcanzar unos 7° de cabeceo. A partir de este punto advirtieron un incremento anormal de la velocidad de rotación hasta alcanzar un ángulo de cabeceo de 15°, momento en el que oyeron un ruido. Se miraron extrañados pero no comentaron nada hasta haber realizado las comprobaciones de después del despegue. Ninguno de ellos recordaba haber mencionado explícitamente la posibilidad de un *tailstrike* en ese momento.

Según el copiloto este efecto en la rotación no fue comandado por él sino que se produjo de forma espontánea. Intentó compensarla empujando levemente la palanca de mando. También confirmó que durante la rotación tuvo que aplicar cierta corrección de alabeo para mantener los planos nivelados como consecuencia del viento existente que incidía por la izquierda.

Coincidieron en señalar que su sensación era que el motivo del comportamiento anormal del avión durante la rotación pudo ser una ráfaga.

Tras el despegue continuaron el ascenso retrayendo el tren y los flaps con normalidad. A continuación el comandante dejó al copiloto a cargo de las comunicaciones para recabar impresiones sobre lo ocurrido de las tripulantes de cabina de pasajeros, en particular con una de las que iban sentadas en la parte trasera del avión. Tras una primera consulta volvió a contactar con ellas solicitando matizaciones adicionales.

Durante las conversaciones entre comandante y las tripulantes de cabina el copiloto continuó el ascenso hasta nivel de vuelo autorizado por ATC (FL220).

Después de hablar por segunda vez con las tripulantes de cabina y tras confirmar sus sospechas de un posible *tailstrike* con el copiloto, el comandante decidió que debían regresar. Consultaron la lista de chequeo correspondiente a un posible *tailstrike*, decidiendo demorar su ejecución dada la altura a la que se encontraban y que el

procedimiento exigía despresurizar la cabina. Comprobaron periódicamente la presión en cabina, que evolucionaba con normalidad.

Comunicaron su intención de regresar a ATC, que les autorizó el descenso primero a FL130 y luego a 6.000 ft.

Alcanzados los 13.000 ft el comandante decidió continuar con la lista de chequeo y procedió a la apertura manual de la válvula *outflow*. Durante la entrevista reconoció que su decisión se basó en la expectativa errónea de que la despresurización sería paulatina, de manera que el ajuste entre la presión de cabina y la presión exterior sería gradual y, dado el régimen de descenso, no terminaría hasta haber alcanzado una altitud inferior a los 10.000 ft. Tanto él como el copiloto manifestaron que les sorprendió lo bruscamemente que se produjo la despresurización.

Reaccionaron inmediatamente a la alarma de altitud de cabina poniéndose las máscaras de oxígeno. El comandante no vio la necesidad de iniciar un descenso de emergencia considerando la altitud a la que se encontraban (según él unos 12.000 ft), siendo consciente de que había sido su acción sobre la válvula el desencadenante de la alarma y que el sistema de presurización había funcionado correctamente hasta ese momento. Una vez alcanzado un nivel de vuelo por debajo de los 10.000 ft volvió a seleccionar el modo automático. Preguntado por el motivo no pudo dar una respuesta categórica, sugiriendo que puesto que fue una acción suya la que había originado el «problema» quizá, algo confuso, pretendió deshacer el error. El copiloto manifestó que el comandante le informó de ello y que estuvo de acuerdo él.

Tras el aterrizaje confirmaron la existencia de marcas de contacto con la pista en el cono de cola que calificarían más como una «rozadura» que como un golpe.

Preguntados explícitamente respecto de la lista de chequeo, estuvieron de acuerdo en que probablemente sería deseable que la lista mencionase de alguna manera la altitud de vuelo en el momento de su ejecución, haciendo referencia a los 10.000 ft y llamase la atención de la tripulación sobre aspectos como la interrupción inmediata del ascenso en caso de sospecha de *tailstrike*, así como la posible virulencia del cambio de presión asociada a una apertura repentina y completa de la válvula *outflow*.

Tras el incidente tanto el comandante como el copiloto fueron sometidos a sesiones extras de simulador, orientadas fundamentalmente al entrenamiento de las técnicas de rotación y los factores que pueden incrementar la probabilidad de *tailstrike*, así como el manejo de los sistemas de presurización y el control manual de la válvula *outflow*. También simularon el procedimiento a seguir ante la sospecha de un *tailstrike*, si bien sin superar los 10.000 ft de altitud.

Como parte de la formación recibida declararon haber recibido entrenamiento específico sobre *tailstrikes*, si bien según recordaban en la simulación correspondiente la aeronave tampoco ascendía por encima de los 10.000 ft.

1.7.2. *Testimonio de las tripulantes de cabina*

Las tripulantes situadas en la parte delantera del avión (n.º 1 y n.º 4) no apreciaron nada anormal durante el despegue.

Las dos tripulantes sentadas en la parte posterior (n.º 2 y n.º 3) sí apreciaron un sonido anormal en el momento en que el avión se iba al aire y tras comentarlo entre ellas, decidieron ponerlo en conocimiento de la sobrecarga. Preguntadas sobre la interpretación que en aquel momento hicieron del sonido anormal, afirmaron que estaban bastante seguras de que se trataba de un *tailstrike*, aunque no recordaban si utilizaron esa expresión al informar sobre lo ocurrido.

La sobrecarga informó al comandante que interrogó a través del interfono a las tripulantes de la parte trasera (nº 3 primero y nº2 después) acerca de lo que habían sentido. Fue durante la segunda conversación cuando el comandante les comunicó su decisión de regresar sin hacer ningún requerimiento específico ni alusión alguna a un descenso de emergencia. Procedieron a asegurar la cabina con normalidad y se prepararon para el aterrizaje.

Tanto ellas como el pasaje acusaron la brusquedad de la despresurización. La sobrecarga que arrastraba un problema de sinusitis consecuencia de un resfriado declaró haber sufrido severas y persistentes molestias en los oídos y los senos nasales.

Durante el desembarque dos pasajeros que iban sentados en la parte trasera del avión comentaron con las auxiliares que les atendían que también había sentido un sonido anormal durante el despegue.

Tras el incidente todas ellas fueron sustituidas por otra tripulación de reserva. La sobrecarga fue dada de baja temporalmente.

Todas las TCP's confirmaron que habían recibido instrucción sobre *tailstrikes* y conocían que dentro del procedimiento era de esperar una despresurización de la cabina.

Las TCP's que reportaron la anomalía manifestaron sentir cierto alivio al comprobar ya en tierra que efectivamente se había producido el contacto con la pista y que sus sospechas se habían confirmado. Coincidieron en que en cierta manera les preocupaba haber desencadenado el retorno del avión sin justificación

1.7.3. *Testimonio de los controladores*

El controlador de torre manifestó que, aunque conoce el fenómeno de tailstrike y sus posibles efectos en cuanto a la aparición de objetos extraños en pista, en ningún momento fue consciente de que el avión podía haber sufrido un evento de ese tipo. La inspección de pista respondía a la sospecha de un golpe con un pájaro («birdstrike» en inglés). Este tipo de evento es relativamente frecuente y aunque lo habitual es que los restos del animal queden fuera de la pista, es una causa frecuente de revisión no programada de pista.

Preguntado sobre las autorizaciones intermedias a dos aeronaves para usar la pista una vez que tuvo conocimiento de que el RYR9054 había sugerido la revisión de la pista, indicó que no tuvo la sensación de que hubiera peligro alguno en la pista según él porque desde el despegue del RYR9054 ninguna otra aeronave que hubiera circulado por la pista había notificado nada al respecto. Sugirió así mismo que quizá pudo existir un problema con el slot de la aeronave que autorizó a despegar que exigiera no demorar más su salida.

Durante la investigación se comprobó que únicamente una aeronave aterrizó en el intervalo transcurrido desde el despegue del RYR9054 hasta su llamada solicitando el retorno.

El controlador de ruta fue el primero en recabar la información referente al problema detectado por la tripulación. Conocía el fenómeno del tailstrike por haber sido piloto de transporte. Aunque manifestó no recordar con detalle el evento en cuestión, sospechaba que había entendido que se trataba de un birdstrike que, según él y en línea con lo manifestado por el controlador de torre, es algo relativamente frecuente y que lleva aparejado una inspección de la pista. Siguiendo el procedimiento habitual transfirió la información a su compañero de aproximación para que éste a su vez lo transmitiera a la torre.

El controlador de aproximación que habló con la torre se encontraba al final de su turno de trabajo y estaba dando el relevo a un compañero. Le llamó la atención lo lejos que se encontraba el avión cuando pidió regresar, dada la naturaleza del problema (supuestamente un «birdsrike»). Desconocía el término «tailstrike» como tal, aunque es conocedor que determinadas aeronaves pueden golpear con la cola durante el despegue. Recordaba haber recibido formación sobre objetos extraños en pista durante su formación inicial como controlador.

El compañero que le relevó confirmó sus apreciaciones en cuanto a lo extraño de la tardanza del avión en regresar. También corroboró los testimonios del resto de los controladores en cuanto a que los golpes con aves en despegue son relativamente frecuentes.

1.8. Información orgánica y de dirección

1.8.1. *Los procedimientos operacionales de la compañía*

Los procedimientos operacionales (SOP'S) de la compañía contienen una guía para la prevención de los *tailstrike*. En ella se listan los factores ya mencionados que típicamente pueden desencadenarlo (inadecuado posicionamiento del estabilizador horizontal, técnica o velocidad de rotación inadecuada, excesivo ángulo de cabeceo, rotación durante un ráfaga o excesivo uso de los alerones). Se remarca que la probabilidad de sufrir un *tailstrike* se incrementa notablemente con vientos cruzados superiores a los 20 kt. Si el copiloto tiene poca experiencia, para vientos cruzados superiores a los 2/3 del límite máximo (30 kt con pista seca) el despegue lo hará el comandante.

El manual comenta la percepción equivocada que tienen muchos pilotos de que la mayor amenaza en condiciones de viento cruzado es el control direccional del avión, lo que les induce a comandar correcciones excesivas sobre los cuernos que incrementan la posibilidad de *tailstrike*.

El manual de procedimientos hace referencia al FCTM como documento de referencia para entender el fenómeno y conocer las técnicas para evitarlo.

Las acciones a llevar a cabo por la tripulación de cabina de pasajeros se describen en El Manual de Seguridad y Emergencias (SEP):

- El n.º 2 (sentado en la parte trasera) contactará con el n.º 1 a través del interfono para informarle de la situación.
- El n.º 1 a su vez informará al capitán (vía interfono) proporcionando detalles como: El tipo de sonido, cualquier daño visible en el avión, cualquier sonido anormal (como sonido de fugas que indicativas de despresurización).
- La tripulación permanecerá en sus asientos en espera de instrucciones por parte del comandante.

1.8.2. *Entrenamiento en la Compañía*

El programa de formación del operador, incluye sesiones sobre el fenómeno de *tailstrike* en distintos ámbitos.

Por un lado dentro de la formación recurrente con periodicidad trianual, las tripulaciones de vuelo se someten a una sesión de entrenamiento orientado a línea (LOFT) en la que se repasan las técnicas de despegue ya mencionadas y contenidas en los procedimientos operacionales, haciendo especial hincapié en los despegues con fuerte viento lateral. Durante esta sesión también se revisa el procedimiento a seguir en caso de sospecha de *tailstrike*. El material de estudio para la preparación de la sesión discute la importancia

de un adecuado procesamiento de la información y de la conciencia situacional para la correcta ejecución del procedimiento. Menciona la importancia de la altitud de la aeronave y del conocimiento del funcionamiento de los sistemas de aire. Incide también sobre el especial cuidado en el manejo del sistema de presurización y en particular en el accionamiento manual de la válvula *outflow*, que debe limitarse para evitar las molestias a los pasajeros. El texto informa explícitamente de que un único «toque» en dirección de apertura se traduce en gradientes de presión en cabina de 500 ft/min. También recomienda que el descenso posterior, una vez despresurizado el avión, se haga regímenes que no afecten al confort del pasaje.

Como aplicación práctica se simula un despegue con fuertes vientos racheados de componente lateral y, una vez alcanzado el nivel de vuelo 070, se simula una llamada al comandante desde cabina de pasajeros, en la que se informa de la sospecha de un *tailstrike* por parte de los auxiliares de vuelo. La tripulación ha de ejecutar el procedimiento de sospecha de *tailstrike* y retornar al aeropuerto de origen.

En la formación CRM, dentro del módulo dedicado a la gestión de peligros y errores, se estudia un caso real, ocurrido a un vuelo de la compañía, en el que tras una sospecha de *tailstrike*, la tripulación despresurizó el avión a FL120, activándose la alarma de altitud de cabina¹³.

La compañía entrena a sus pilotos para afrontar las situaciones anormales utilizando un proceso lógico de decisión conocido como PIOSEE¹⁴. El proceso consiste en identificar el problema, compartir la información relevante utilizando los medios disponibles, identificar las opciones y los riesgos asociados, seleccionar la acción a llevar a cabo, ejecutarla y evaluar los resultados a intervalos regulares. Dentro del aspecto referente a la información, se señala la importancia de las comunicaciones con ATC, remarcando la importancia del uso de mensajes simples, hablando despacio y teniendo en cuenta que el controlador puede no estar familiarizado con el avión.

Dentro de la formación de tipo que reciben los pilotos que se incorporan a la compañía también se incluyen sesiones de simulador, donde se abordan los factores que inciden en la aparición de los *tailstrike*, y se practican las técnicas para evitarlos.

El curso integrado SEP/CRM que reciben anualmente tanto tripulación de cabina como tripulación de vuelo y que tiene periodicidad anual, aborda también el fenómeno de los *tailstrikes*. En este curso se explica en detalle el procedimiento a seguir por la tripulación de cabina conforme a lo establecido en el manual de Seguridad y Emergencias (SEP) expuesto en el apartado anterior. También se explica que la tripulación de vuelo procederá a despresurizar el avión (por debajo de los 10.000 ft) y que ello puede acarrear sensaciones de cambios de presión en los oídos más pronunciadas de lo habitual.

¹³ El incidente que ocurrió en 2008 fue investigado por la autoridad investigadora Irlandesa (AAIU) (ver epígrafe 1.7.2).

¹⁴ Corresponde a las iniciales de Problema-Información-Opciones-Selección-Ejecución-Evaluación.

1.8.3. *Los Procedimientos de ATC*

La torre de Alicante, al igual que el resto de las dependencias ATS de la red de AENA¹⁵ cuenta con un documento guía para su uso en emergencias por parte del personal ATS¹⁶. El documento incluye la fraseología (en inglés) más adecuada así como las acciones que la tripulación ha de esperar de ATC y viceversa en este tipo de situaciones.

Dentro del apartado de despegue abortado, menciona que son causas típicas del mismo la aparición de objetos extraños en pista o el impacto con aves así como daños de tipo estructural, y entre ellos daños en el cono de cola.

Más allá de esta mención a daños en la cola como motivo de abortar un despegue, el documento no menciona el término inglés «tailstrike» ni contempla el caso de que un avión tenga que regresar por este motivo una vez completado el despegue.

El impacto con pájaros sí es identificado específicamente como una situación de emergencia y/o especial. En esta situación es esperable una llamada de socorro o urgencia y una solicitud de la aeronave para regresar al aeródromo inmediatamente. Entre las acciones a tomar una vez que un evento de este tipo es notificado por una aeronave se menciona la revisión de la pista si el impacto ha ocurrido durante un despegue.

Los responsables de instrucción de la torre de Alicante indicaron que el término tailstrike no es utilizado como tal dentro del programa de formación.

1.9. Información adicional

1.9.1. *Despacho y actuaciones del avión*

El personal de tierra calculó el peso al despegue (66 tm) y la posición del compensador del estabilizador horizontal (5.1) utilizando la hoja de peso y centrado que la compañía suministra a tal efecto¹⁷. No se detectó ningún error en los cálculos anotados por el personal de tierra. Eran congruentes con los valores registrados para el número de pasajeros, la distribución de los equipajes en bodega y el combustible abordo.

¹⁵ AENA era el proveedor de servicio de control de torre en la torre de Alicante el día del incidente. FerroNATS ha sido designada por la DGAC para prestar este servicio. En la fecha de redacción de este informe se desarrolla el proceso de transición para la prestación efectiva del servicio por el nuevo proveedor.

¹⁶ PROCEDIMIENTO DE ACTUACION EN EMERGENCIAS Y SITUACIONES ESPECIALES DE LAS AERONAVES (S41-02-GUI-001-3.1 de 25 MARZO 2011).

¹⁷ La hoja proporciona el peso e índice correspondiente la carga de pago (número de pasajeros adultos o niños, número de bultos y posición dentro de cada una de las bodegas del avión) y combustible abordo. La suma de los valores obtenidos proporciona el peso y la posición del compensador adecuada para el despegue, que son anotados en la propia hoja que se firma y entrega a la tripulación. La posición del compensador ha de ser posteriormente corregida por la tripulación en la propia hoja en función de la combinación empuje/configuración de flaps que seleccionen. El valor obtenido en este caso se encontraba dentro de los límites admisibles para el TOW calculado (4.6-6.3).

Ese peso permitía la utilización de un valor reducido del empuje al despegue (22k) tal como mostraba la tabla de actuaciones correspondiente utilizada por la tripulación¹⁸. Esta tabla también se utiliza para obtener las velocidades de despegue y entre ellas la velocidad de rotación, que en este caso era de 141 kt, valor que coincidía con el anotado por la tripulación en la hoja de carga.

El valor final de posicionamiento del compensador que anotó la tripulación fue de 5.6, acorde con el valor inicial calculado por el agente de carga una vez añadida la corrección aplicable a la combinación de empuje y flaps elegida (+0,5 para 22 K/Flaps 5).

Los datos descargados de los registradores confirmaron que los valores calculados de posición de flaps, peso al despegue, velocidad de rotación y posición del compensador fueron correctamente introducidos por la tripulación en los sistemas correspondientes (en el FMC a través del CDU y en las palancas de flaps y compensador).

1.9.2. Antecedentes

En septiembre de 2008 otro avión B737 de la compañía sufrió un *tailstrike* durante el despegue en el aeropuerto de Dublín. La tripulación tardó unos minutos en concluir que efectivamente se había producido el contacto con la pista durante los cuales el avión continuó el ascenso. A nivel de vuelo FL120 la tripulación despresurizó la cabina y activó manualmente las máscaras de oxígeno del pasaje, alguna de las cuales no se desplegó.

El incidente fue investigado por el AAIU cuyo informe concluyó como causa probable del mismo:

«El avión fue despresurizado por la tripulación a nivel de vuelo FL120 durante la ejecución de la lista de chequeo anormal (NNC) tras un evento tailstrike de baja severidad».

El mismo informe señalaba como factores contribuyentes:

- «1) El ascenso de la aeronave y su correspondiente presurización sin haber determinado exactamente la naturaleza del problema».
- 2) La ejecución de un procedimiento anormal (NNC) sin haber evaluado completamente sus consecuencias».

El informe, asimismo, incluía la siguiente recomendación de seguridad dirigida a la compañía:

¹⁸ Son las llamadas RTOW charts. En ellas la tripulación puede determinar, para un pista específica de un aeropuerto determinado y para una posición de flaps elegida, cual es el peso máximo admisible al despegue que las condiciones locales de viento y temperatura permiten en función del nivel empuje seleccionado. Las tablas también proporcionan las velocidades operativas de despegue, entre las que se encuentra la velocidad de rotación (Vr).

«SR14 2009. El operador debe asegurarse de cuanto antes se incluya un módulo específico sobre *tailstrikes* en la formación tanto de las de las tripulaciones de vuelo como de las cabina.»

En respuesta a esta recomendación, en marzo de 2010, la compañía informó al AAIU que desde mayo de 2008 tanto dentro de la formación recurrente en simulador, de la formación de tipo, del curso de promoción a comandante y del entrenamiento en línea ya se trataban las técnicas apropiadas para evitar *tailstrikes* incluyendo simulaciones de despegues con Flaps 1 como configuración más desfavorable.

Según la compañía el material de entrenamiento de refresco teórico de los pilotos también estaba siendo actualizado incorporando aspectos relacionados con las causas, síntomas y consecuencias de un *tailstrike*. Igualmente el entrenamiento para los tripulantes de cabina estaba siendo revisado para incluir aspectos como el reconocimiento de los *tailstrikes*, sus consecuencias, la información que requeriría el comandante o el tiempo disponible.

Todo este nuevo material fue introducido en la formación de las tripulaciones en mayo de 2010.

Como parte de las medidas adoptadas en abril de 2009 la compañía modificó el procedimiento anormal de *tailstrike* añadiendo explícitamente que la sospecha era condición suficiente para su aplicación.

Tras evaluar la información recibida el AAIU dio por cerrada la recomendación.

2. ANÁLISIS

2.1. El despegue y la rotación

La tripulación, utilizando los datos de peso y centrado proporcionados por el agente de carga, realizó correctamente los cálculos necesarios para determinar la velocidad de rotación y la posición del compensador del estabilizador. Optaron por realizar un despegue con empuje reducido (22 K) tras comprobar que las condiciones atmosféricas, pista en servicio y peso de la aeronave permitían este tipo de despegue. Las condiciones de viento imperantes estaban lejos de los 20 kt de viento cruzado a partir de los cuales el manual de la compañía considera elevado el riesgo de un *tailstrike*. El manual tampoco impedía que un copiloto con limitada experiencia estuviera a los mandos durante en un despegue bajo esas condiciones.

El avión comenzó la carrera correctamente compensado y una vez alcanzada la velocidad prevista (141 kt) inició la rotación con una ligera corrección para contrarrestar el efecto del

viento lateral. Esta corrección se hizo más evidente conforme avanzaba la rotación, probablemente como consecuencia del intento por parte del copiloto de compensar el efecto de una ráfaga, lo que ocasionó el despliegue de los *flight spoilers* del lado izquierdo con la consiguiente pérdida de sustentación. Esta corrección de alabeo fue acompañada de un segundo tirón de la palanca de control que incrementó la velocidad de rotación hasta valores por encima de los máximos recomendados para asegurar el margen entre la cola y la pista.

Los datos del FDR permitieron identificar el momento del contacto con la pista que se produjo muy al final de la rotación, cuando el ángulo de cabeceo superó los 11° con el tren derecho aún en tierra.

Tanto los manuales operacionales como el material guía de formación de la compañía exponen exhaustivamente la problemática de los *tailstrikes* y los factores que pueden inducir su aparición, en particular el viento lateral y las ráfagas. Ambos miembros de la tripulación habían recibido instrucción específica sobre la técnica de despegue que minimiza el riesgo de este tipo de eventos.

Sin embargo las acciones comandadas por el copiloto se desviaron de estas recomendaciones fundamentalmente en lo que a la drástica corrección de alabeo se refiere. Las sesiones extraordinarias de simulador a las que ha sido sometido y donde se ha incidido especialmente en la adecuada técnica de rotación probablemente ayudarán a mejorar su reacción ante una situación similar en el futuro.

2.2. La operación del sistema de presurización

La limitada severidad del impacto hizo que éste fuera difícilmente perceptible en la parte delantera del avión, condicionando una inmediata repuesta por parte de la tripulación de vuelo. Tanto el comandante como el copiloto que iba a los mandos del avión apreciaron «algo» anormal y, aunque barajaron la posibilidad de un *tailstrike*, aparentemente ambos albergaban dudas sobre lo que realmente había ocurrido.

Las tripulantes de cabina situadas en la parte trasera del avión (e incluso algún pasajero), más cerca del punto de contacto, percibieron con más nitidez el impacto y siguiendo los procedimientos al efecto, lo pusieron en conocimiento de la sobrecarga para que ésta hablara con el comandante. Este les preguntó explícitamente sobre si creían que el avión había tocado la pista, sin que ellas le dieran una respuesta clara y contundente a este punto. Puede que su preocupación por interrumpir la operación sin motivo suficiente tuviera cierta influencia en su forma de transmitir la información durante el vuelo, puesto que la seguridad que mostraron en las declaraciones que hicieron a posteriori no se puso de manifiesto en su comunicación con el comandante.

Todo ello demoró la decisión del comandante que necesitó una segunda conversación con la tripulación de cabina para finalmente llegar a la conclusión de que lo más seguro

era retornar a Alicante. Este proceso de análisis de información e intercambio de impresiones se prolongó diez minutos, durante los cuales el avión continuó con su ascenso conforme a las sucesivas autorizaciones que el copiloto iba recibiendo de ATC. La tripulación comprobó el correcto funcionamiento del sistema de presurización de cabina durante el ascenso pero no fue hasta encontrarse a unos 20.000 ft de altura cuando el comandante expresó su deseo de que el crucero asignado no fuese muy elevado, denotando su creciente preocupación por el riesgo que supondría volar más alto. Poco después, y establecidos a nivel de vuelo a FL220, el comandante ordenó al copiloto que se mantuviera a esa altitud sin ascender más.

Con el avión presurizado, la presión diferencial y por tanto los esfuerzos que la estructura tiene que soportar se incrementan con la altitud (en este caso se alcanzó un diferencial de 6,8 psi a 22.000 ft). Es por ello que el procedimiento a seguir en caso de sospechar un *tailstrike* pretende evitar la presurización que genere diferencias de presión entre el interior y el exterior de la cabina.

El procedimiento está pensado para ser ejecutado inmediatamente tras el despegue, de manera que el avión no llegue a presurizar. Si se retrasa su ejecución el avión se presurizará con normalidad durante el ascenso, lo que hará necesario una despresurización que reduzca la presión diferencial. Si bien una despresurización controlada por debajo de los 10.000 ft no ha de tener mayores consecuencias, no ocurre lo mismo por encima de esa altitud donde los posibles efectos perjudiciales de la escasez de oxígeno obligan a la tripulación a hacer uso de sus máscaras de oxígeno, lo que incrementa su carga de trabajo. La situación se complica por encima de los 14.000 ft, donde el despliegue automático de las máscaras de oxígeno para su utilización por el pasaje puede originar situaciones de estrés y nerviosismo, tal como ocurrió en otro evento de este tipo y que fue objeto de investigación.

En la medida de lo posible debe evitarse por tanto que en estas situaciones la aeronave ascienda tanto para minimizar los esfuerzos estructurales como para acelerar y simplificar la inhibición del proceso de presurización exigida por el procedimiento.

Aunque la importancia de la monitorización de la altitud se menciona en el material de ayuda que la compañía ha preparado para el entrenamiento de estas situaciones, no hay en él una mención explícita a una interrupción del ascenso en caso de sospecha de *tailstrike*. Según recordaba el comandante, y tal como indica el material guía, en el entrenamiento se simula una notificación de *tailstrike* a FL070 con lo que no hay garantía de que se alcancen los 10.000 ft antes de iniciar retorno al aeropuerto de origen. Hay que entender que esta será la situación más probable cuando el impacto con la pista sea lo suficientemente fuerte como para no albergar dudas de que realmente se ha producido. Esta parece ser también la filosofía detrás del diseño de la lista de chequeo, que incluso habla literalmente de «no presurizar el avión» y no de «despresurizarlo», dando a entender que esta la lista se ejecuta recién iniciado el ascenso.

Cabe plantearse si una mayor incidencia en este aspecto dentro del entrenamiento recibido por la tripulación hubiera reducido la demora con que esta actuó en lo que a la interrupción del ascenso se refiere. Una alusión explícita a la interrupción del ascenso en la lista de chequeo también resultará útil cuando esta se consulte en los primeros instantes del ascenso (lo que no ocurrió en este caso).

Según los datos proporcionados por el fabricante, la experiencia demuestra que un porcentaje no despreciable de los *tailstrikes* son detectados con cierto retraso cuando la aeronave ya ha ganado altura. En este caso la primera consulta al procedimiento se inició aproximadamente a los 18.000 ft. Ello probablemente desorientó a la tripulación y afectó a su capacidad para evaluar la situación, en línea con lo que ocurrió en el caso investigado por el AAIU en la misma compañía.

Aunque en primera instancia, y después de consultar por segunda vez el QRH, acordaron que iniciarían el descenso antes de ejecutar los ítems de la lista («esto tenemos que hacerlo a menos de 10.000 ft»), unos minutos más tarde, justo al inicio del descenso y en respuesta a una sugerencia del copiloto (...«deberíamos hacer esto ahora»...) el comandante seleccionó el control manual de la válvula con la aparente intención de despresurizar la cabina. No debía estar muy seguro de que fuera el momento adecuado para ello pues ante la pregunta del copiloto («quieres hacerlo ahora») prefirió posponerlo sin dar un razón clara para ello («esto tiene su truco... volvamos a automático de momento») y probablemente al comprobar que el sistema de presurización funcionaba correctamente («... está bajo control»).

Una vez alcanzados los 14.000 ft (altura a partir de la cual ya no es necesario el uso de máscaras por el pasaje) el copiloto volvió a mencionar la posibilidad de iniciar el procedimiento anormal, de nuevo en aparente contradicción con lo que habían acordado anteriormente, cuando decidieron que esperarían a los 10.000 ft. El comandante estuvo de acuerdo y avisó al copiloto de que mantuviera el régimen de descenso por debajo de los 1.000 ft/min siguiendo la recomendación de la compañía dirigida a mejorar el confort de los pasajeros durante un descenso despresurizado.

Finalmente a los 13.600 ft (todavía con 4,9 psi de presión diferencial) el comandante abrió manualmente la válvula, según el mismo reconoció con la creencia errónea de que la despresurización sería paulatina y transcurriría el tiempo suficiente para salvar la diferencia de altitud hasta los 10.000 ft antes de que la presión de cabina se igualara con la exterior.

En definitiva la tripulación tenía claro que tenía que despresurizar el avión pero albergaba dudas sobre cuándo era el momento apropiado para hacerlo. La lista de chequeo tal y como está redactada no les sirvió de ayuda. Como ya se ha dicho no hace mención alguna a la altitud de vuelo, ni si se debe o no descender por debajo de una altitud antes de proceder a la despresurización. El propio texto de la lista resulta confuso en tanto en cuanto habla de «no presurizar» un avión que ya se encuentra presurizado.

Tampoco el módulo específico de entrenamiento promueve que las tripulaciones entrenen como gestionar el requerimiento de despresurizar por encima de los 10.000 ft ya que en la sesión de simulador el instructor comunica el *tailstrike* a nivel de vuelo relativamente bajo.

El tratamiento de la despresurización por *tailstrike* para altitudes de vuelo por encima de los 10.000 ft parece por tanto mejorable tanto en el procedimiento propiamente dicho (el procedimiento contenido en el QRH está siendo revisado por el fabricante) como en el entrenamiento que la compañía proporciona a sus tripulaciones.

Aunque la tripulación esperaba la alarma de altitud («ahora naturalmente empezará sonar...») probablemente al monitorizar el paulatino incremento de altitud en cabina, la brusquedad del cambio de presión les sorprendió (se escucharon interjecciones de ambos en el CVR) y les hizo plantearse dudas sobre si lo que habían hecho era lo correcto (comandante: «no deberíamos haber hecho esto»), creando un clima de inseguridad (copiloto: «ahora no tengo idea de que está mal en esto»).

La lista de chequeo requiere una apertura manual de la válvula que equilibre las presiones tan pronto como sea posible.

En este caso el comandante completó la apertura en unos 12 s y sin interrupción. La cabina necesitó apenas 12 s más para igualar la presión exterior originando un transitorio de variación de presión en cabina cuya magnitud sorprendió a la propia tripulación y ocasionó molestias a los pasajeros, especialmente a la sobrecarga que acusó más el problema por una dolencia latente.

Hay que tener en cuenta que el simulador no reproduce las condiciones de presión en cabina y por tanto las tripulaciones no experimentan la sensación real de despresurización durante el entrenamiento, lo que complica que anticipen este aspecto en una situación real.

Tras la despresurización (40 s después de la selección del modo manual y apenas unos segundos después que la presión de la cabina se igualara con la exterior), el comandante volvió a seleccionar la posición automática en el panel de presurización. Según su propia declaración, no hubo razones técnicas que expliquen su decisión que más bien fue originada por su situación anímica de confusión y por su deseo de revertir una situación que un error suyo había causado. Esta confusión sería extensiva al copiloto (ambos pronunciaron frases del tipo: «no deberíamos haber hecho eso... todo estaba bajo control...» o «no pensé lo que hacía»).

De manera simultánea a la reversión al modo automático, la tripulación aceleró el descenso (por encima de los -3.000 ft/min) con el objetivo de alcanzar cuanto antes una altitud segura. En estas circunstancias el controlador, en lugar de cerrar la válvula para presurizar la cabina, la mantuvo abierta con el objetivo de evitar el diferencial de

presión negativa que el rápido descenso comenzaba a generar. No fue hasta nivelar a los 6.000 ft cuando el sistema comandó el cierre de la válvula y el avión comenzó a presurizarse de nuevo.

Aunque desde el punto de vista de la integridad estructural de la aeronave esta acción no tenía gran implicación (la presión diferencial apenas alcanzó $-0,4$ psi en el descenso más pronunciado, $+1$ psi en el resto del vuelo), no deja de poner de manifiesto la desorientación de la tripulación que parecía olvidar la lógica detrás de la despresurización contenida en la lista de chequeo (evitar daños estructurales) por un propósito secundario como era minimizar el gradiente de presión en cabina, y por tanto la posibles molestias adicionales a los pasajeros durante el resto del descenso.

A la vista de todo ello se revela oportuna la medida tomada por la compañía, sometiendo a ambos tripulantes a sesiones específicas de simulador en las que se han reforzado sus conocimientos sobre el funcionamiento y manejo del sistema de presurización, como complemento al programa de entrenamiento estándar.

Hay que valorar positivamente la preocupación del comandante por la seguridad de las operaciones en el aeropuerto que, aunque ello no aparece explícitamente en los manuales de la compañía, advirtió a los controladores del peligro de restos en la pista, en línea con la importancia que el programa de entrenamiento de la compañía da a la transmisión de información entre la aeronave y ATC en las situaciones anormales.

2.3. La comunicación con ATC y la revisión de la pista

En el momento de informar a ATC sobre el problema la aeronave se encontraba ya a unas 50 NM del aeropuerto en la frecuencia de un sector de ruta. La sugerencia del comandante de revisar la pista no llegó por tanto directamente a la torre. En primera instancia la información fue recibida por el controlador de ruta que la transmitió a sus compañeros de aproximación, los cuales a su vez lo pusieron en conocimiento del controlador de torre.

El controlador de ruta no entendió la comunicación que utilizó la tripulación en su primer contacto («we have touch the tail...») y pidió confirmación de si habían sufrido un golpe con un ave («birdstrike»). La tripulación, que no respondió negativamente a la pregunta, si mencionó explícitamente la palabra *tailstrike* pero el término tampoco fue entendido por el controlador. En ninguna de las comunicaciones entre el controlador de ruta con los de aproximación ni en las de estos con el de torre se escuchó esa palabra. El sonido parecido de los dos términos anglosajones (*tailstrike* frente a *birdstrike*) pudo inducir al controlador de ruta a confundirlos.

De todos los controladores involucrados únicamente el de ruta conocía el término *tailstrike* aunque aparentemente ello era debido a su formación previa como piloto y no

a su formación como controlador. El departamento de formación de la torre del aeropuerto confirmó que no se instruye a los controladores sobre su significado. Tampoco entre la documentación de apoyo que manejan todos los controladores de AENA para afrontar situaciones anormales y de emergencia se ha encontrado alusión alguna a la palabra inglesa *tailstrike*. No hay alusión a la problemática de los *tailstrikes* en los despegues y aterrizajes ni la relación de estos eventos con la aparición de objetos extraños en la pista. Si se menciona sin embargo la necesidad de inspeccionar la pista tras la notificación de un golpe con pájaros (*birdstrike*).

A falta de una comunicación más precisa entre el avión y control, este escenario de desconocimiento general de este tipo de sucesos probablemente predispuso al personal ATC (y en particular al controlador de ruta) a aceptar como condición más probable un golpe con un ave («quizá haya sido un pájaro»...), evento más habitual, contemplado en la documentación y con el que todos ellos estaban familiarizados.

La torre desconocía por tanto la verdadera naturaleza del problema y la posibilidad de que hubiera objetos extraños en pista procedentes de una aeronave, más dañinos que los restos de un ave.

El controlador de la torre, sospechando que quizá se había producido un golpe con una ave, habituado a que las aeronaves reporten estos golpes sin mayores consecuencias para la seguridad de las operaciones en la pista y que no había recibido reporte alguno de la aeronave que había despegado a continuación del Ryanair, no vio la necesidad de retrasar la salida de la aeronave en cabecera que fue autorizada a despegar sin que la pista fuera previamente revisada. Tampoco se demoró el aterrizaje de otro avión en aproximación que fue autorizado a aterrizar antes de que el personal de pista confirmara el resultado negativo de la revisión (si bien es cierto que era lógico pensar que si hubieran encontrado algo lo habrían comunicado inmediatamente a la torre).

Aunque no fue este el caso por lo limitado del impacto entre la aeronave y la pista, la operación en una pista con restos desprendidos de una aeronave es una situación potencialmente peligrosa que hay que evitar por todos los medios. Si bien los *tailstrikes* no son habituales, tampoco pueden considerarse sucesos raros. El análisis de este evento sugiere la necesidad de mejorar el conocimiento que los controladores tienen de este tipo de sucesos y tipificarlos dentro de las situaciones anormales y de emergencia que el personal ATS puede verse obligado a gestionar.

3. CONCLUSIONES

- La tripulación compensó y configuró adecuadamente la aeronave para el despegue a partir de la información de peso y centrado recibida del agente de carga, que respetaba los límites máximos.

- Durante la rotación el piloto a los mandos aplicó una corrección en el mando de alabeo de hasta 48°, lo que produjo el despliegue de los spoilers de lado izquierdo.
- La acción comandada sobre la columna de control produjo un pico en la velocidad de rotación de 5°/s, por encima de los valores recomendados.
- La evolución de la velocidad aerodinámica a lo largo de la carrera de despegue y la rotación es compatible con la aparición de una ráfaga.
- Antes de irse al aire el avión alcanzó un ángulo de cabeceo de 11.7° y la cola del avión contactó con la superficie de la pista.
- Tras el despegue la aeronave continuó con su ascenso de manera ininterrumpida hasta el nivel de vuelo FL220.
- Unos 20 s después del despegue la tripulación mencionó la posibilidad de un tailstrike pero no inició el procedimiento correspondiente del QRH.
- A nivel de vuelo FL220 el comandante seleccionó el modo de manual en el panel de presurización e inmediatamente reversionó a automático.
- A 13.600 ft el comandante abrió manualmente la válvula *outflow*. La despresurización consiguiente produjo un cambio muy brusco de la presión en cabina.
- 40 s después de seleccionar el modo manual el comandante volvió a seleccionar el modo automático en el panel de presurización. El sistema se mantuvo en este modo hasta el final del vuelo.
- La lista de chequeo aplicada por la tripulación no mencionaba las implicaciones de la altitud de vuelo en su ejecución ni recomendaba la interrupción del ascenso.
- Diez minutos después del despegue se revisó la pista en busca de objetos extraños. El resultado fue negativo.
- Un avión despegó después de que la aeronave avisara del problema y antes de que se hiciera la revisión de pista.
- Otro avión fue autorizado a aterrizar antes de que el personal de pista confirmara a torre que el resultado de la revisión de pista era negativo.
- El limitado alcance del contacto con la pista permitió el despacho del avión sin necesidad de una reparación.

4. CAUSAS

El *tailstrike* se produjo como consecuencia de una rotación excesivamente rápida en su fase final, acompañada de una pérdida parcial de sustentación debida a la aparición de una ráfaga que contribuyó a modificar la componente de viento en cara y al despliegue de los aerofrenos del lado izquierdo, que se desplegaron a causa de la corrección de alabeo comandada por el piloto a los mandos con el objetivo de compensar el efecto de la ráfaga.

El retraso en la apertura manual de la válvula *outflow* por parte de la tripulación conforme a procedimiento aplicable tras un *tailstrike*, produjo una brusca despresurización de la cabina a 13.600 ft de altitud.

Se consideran factores contribuyentes a este suceso:

- El retraso en la ejecución del procedimiento anormal que debe iniciarse ante la mera sospecha de un *tailstrike*.
- El ascenso ininterrumpido durante el tiempo que la tripulación tardó en concluir que efectivamente el avión había golpeado con la pista.
- La ausencia de mención a las implicaciones de la altitud de vuelo en el procedimiento anormal de aplicación (QRH).

A pesar de que la aeronave comunicó el *tailstrike* a control, el controlador de torre no llegó a conocer el problema real y autorizó dos movimientos antes de que la pista fuera revisada y se confirmara la ausencia de objetos extraños en la misma. Dos factores contribuyeron a este hecho:

- La deficiente comunicación entre ATC y la aeronave.
- El desconocimiento del fenómeno conocido como *tailstrike* por parte del personal ATC involucrado

5. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 27/14. Se recomienda a Boeing que revise la lista de chequeo «Tailstrike» del QRH del B737, evaluando la idoneidad de hacer mención explícita a las implicaciones de la altitud de vuelo a la que se ejecute el procedimiento y a la recomendación explícita de interrumpir el ascenso

REC 28/14. Se recomienda a Ryanair que dentro de su programa de formación enfatice y refuerce la importancia de evitar, dentro de las limitaciones operativas, el incremento de la altitud de vuelo ante la sospecha de *tailstrike* durante el despegue, así como las implicaciones de la altitud de vuelo en la ejecución del procedimiento asociado.

REC 29/14. Se recomienda a AENA NA, que dentro del procedimiento y del entrenamiento de las situaciones de emergencia y anormales, incluya los sucesos conocidos como *tailstrike* incluyendo explícitamente las implicaciones que este tipo de sucesos pueden tener en la presencia de objetos extraños en pista.

REC 30/14. Se recomienda a AENA NA, que dentro del entrenamiento y del procedimiento a seguir ante la sospecha de un impacto entre una aeronave y un ave acaecido durante un despegue o un aterrizaje (suceso conocido como «birdstrike»), incida en el peligro asociado a la presencia de objetos extraños en pista y a la necesidad de una inmediata revisión de la pista afectada antes de autorizar nuevas operaciones en la misma.

ANEXO
Lista de chequeo contenida en el QRH

737 Flight Crew Operations Manual

Tail Strike <>

Condition: A tailstrike is suspected.

Caution! Do not pressurize the airplane due to possible structural damage.

1 Pressurization mode selectorMAN

2 Outflow VALVE switch Hold in OPEN until
the outflow VALVE
indication shows fully open
to depressurize the airplane

3 Plan to land at the nearest suitable airport

Boeing Proprietary. Copyright © Boeing. May be subject to export restrictions under EAR. See title page for details.

June 15, 2012

D6-27370-8AS-RYR(AS) 15.5