

CIAIAC

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

Informe técnico IN-004/2013

Incidente ocurrido el 6 de febrero de 2013, a la aeronave Airbus A-340-313, matrícula CC-CQE, operada por LAN Airlines, en el aeropuerto de Madrid-Barajas (Madrid, España)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

IN-004/2013

**Incidente ocurrido el 6 de febrero de 2013,
a la aeronave Airbus A-340-313, matrícula CC-CQE,
operada por LAN Airlines, en el aeropuerto
de Madrid-Barajas (Madrid, España)**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

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

NIPO: 161-15-003-X

Diseño y maquetación: Phoenix comunicación gráfica, S. L.

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

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

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

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

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) n.º 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art. 15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

Índice

Abreviaturas	vii
Sinopsis	ix
1. Información factual	1
1.1. Antecedentes del vuelo	1
1.2. Lesiones personales	1
1.3. Daños a la aeronave	2
1.4. Otros daños	2
1.5. Información sobre el personal	2
1.6. Información sobre la aeronave	2
1.6.1. Sistema de aire acondicionado	3
1.6.2. El ECAM	6
1.6.3. El computador del sistema de control y vigilancia de combustible (FCMC)	6
1.7. Información meteorológica	7
1.8. Ayudas para la navegación	8
1.9. Comunicaciones	8
1.10. Información de aeródromo	8
1.11. Registradores de vuelo	9
1.11.1. Fase de rodaje, despegue y ascenso a FL260	9
1.11.2. Humo en cabina y empleo de máscaras de oxígeno	10
1.11.3. Resolución de la emergencia y preparación de aterrizaje con sobrepeso	11
1.11.4. Aterrizaje con sobrepeso	13
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	15
1.13. Información médica y patológica	15
1.14. Incendio	15
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	15
1.16. Ensayos e investigaciones	16
1.16.1. Declaración de la tripulación técnica	16
1.16.2. Declaración de la tripulación auxiliar	16
1.17. Información sobre organización y gestión	17
1.17.1. Información en manuales sobre la amenaza de humo	17
1.17.2. Información en manuales sobre aterrizaje con sobrepeso	18
1.18. Información adicional	19
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces	20
2. Análisis	21
2.1. Generalidades	21
2.2. Gestión de la emergencia	21
2.3. Aeronave	24

- 3. Conclusiones** 25
 - 3.1. Constataciones 25
 - 3.2. Causas/factores contribuyentes 25

- 4. Recomendaciones de seguridad operacional** 27

Abreviaturas

00 °C	Grado(s) centígrado(s)
ACC	Centro de control de área
ACM	Máquina de ciclo de aire
AENA	Aeropuertos españoles y navegación aérea
AIP	Publicaciones de información aeronáutica
APP	Dependencia de control de aproximación
APU	Unidad de potencia auxiliar
ATC	Control de tráfico aéreo («Air Traffic Control»)
ATIS	Sistema automático de información del área terminal
ATPL(A)	Piloto de transporte de línea aérea de avión
C/L	Lista de comprobación
CAVOK	Condiciones meteorológicas en las que se dan, simultáneamente, las siguientes: visibilidad de 10 km o más, ausencia de nubes por debajo de la altura de referencia y ausencia de cumulonimbos, y ningún fenómeno de tiempo significativo («Ceiling and Visibility OK»)
CGA	Centro de gestión aeroportuaria
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CVR	Registrador de voces en cabina («Cockpit Voice Recorder»)
E/WD	Pantalla de datos de motor y alertas («Engine/Warning Display»)
ECAM	Sistema de vigilancia electrónico centralizado de la aeronave («Electronic Centralized Aircraft Monitoring»)
EDDF	Código OACI del aeropuerto de Frankfurt
EIS	Sistema electrónico de instrumentos («Electronic Instrument System»)
FADEC	Control digital de autoridad total del motor
FCMC	Computador de vigilancia y control de combustible («Fuel Control and Monitoring Computer»)
FCOM	Manual para la operación de la tripulación de vuelo
FCTM	Manual para el entrenamiento de la tripulación de vuelo («Flight Crew Training Manual»)
FDR	Registrador de datos de vuelo
FL	Nivel de vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo («Flight Management System»)
ft	Pie(s)
ft/min	Pies por minuto
G	Aceleración de la gravedad
GS	Velocidad respecto al suelo
GMC	Control de movimiento terrestre
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IAF	Fijo de aproximación inicial
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
kg	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LEMD	Código OACI del aeropuerto de Madrid-Barajas
LT	Hora local
M	Número de Mach
m	Metro(s)
MEL	Lista de equipo mínimo
MHz	Megahertzio(s)
NM	Milla(s) náutica(s)
PF	Piloto a los mandos
QNH	Ajuste de la escala de presión de manera que, en el despegue y el aterrizaje, el altímetro indique la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar
QRH	Manual de referencia rápida
RCA	Reglamento de Circulación Aérea

Abreviaturas

SCEL	Código OACI del aeropuerto de Santiago de Chile
SD	Pantalla de sistemas («Systems Display»)
TOAM	Técnico de operaciones en el área de movimiento
TSM	Manual de detección y comprobación de fallos
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VHF	Muy alta frecuencia
VLS	Velocidad mínima seleccionable («Lowest Selectable Speed»)
VOR	Radiofaro omnidireccional en VHF
ZFW	Peso sin combustible de la aeronave («Zero fuel Weight»)

Sinopsis

Propietario y operador:	LAN Airlines
Aeronave:	Airbus A-340-313
Fecha y hora del incidente:	Miércoles, 6 de febrero de 2013; a las 23:40 h ¹
Lugar del incidente:	Aeropuerto de Madrid-Barajas (Madrid, España)
Personas a bordo:	14 tripulantes y 244 pasajeros, ilesos
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial – Regular – Internacional – Pasajeros
Fase de vuelo:	Ascenso
Fecha de aprobación:	23 de julio de 2015

Resumen del incidente

La aeronave Airbus A-340-313, matrícula CC-CQE, realizaba el vuelo LAN-705, con origen en el aeropuerto de Frankfurt (EDDF), en Alemania, escala en el aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) y destino el aeropuerto de Santiago (SCEL), en Chile.

Después de la escala en Madrid, durante la fase de ascenso y cruzando 26.000 ft, la tripulación de vuelo notó un olor parecido a gas lacrimógeno y rápidamente apareció humo en la cabina de mando de la aeronave. Los tripulantes se pusieron las máscaras de oxígeno, declararon emergencia y solicitaron regreso inmediato a Madrid-Barajas, a las 23:40 h. Alertaron tanto a la tripulación de cabina de pasajeros como a la tripulación de vuelo de relevo, confirmando la presencia de humo en la cabina de pasajeros. En el aeropuerto se activó la alarma local a las 23:50 h.

La aeronave inició el descenso cuando tras un aviso en la pantalla del ECAM («Electronic Centralized Aircraft Monitoring», Monitor centralizado electrónico del avión) «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE» (fallo del regulador en el paquete n.º 1 de aire acondicionado. Paquete n.º 1 de aire acondicionado derivado) el humo desapareció rápidamente. La tripulación notificó al Centro de Control de Madrid (MADRID ACC) que la situación estaba controlada y se preparó para realizar un aterrizaje con sobrepeso.

¹ Todas las referencias horarias indicadas en este informe se realizan en la hora UTC. La hora local se calcula sumando una hora de la hora UTC.

Informe técnico IN-004/2013

El avión aterrizó sin novedad a las 00:18 h por la pista 32R y rodó al aparcamiento seguido por los bomberos, para comprobar el tren de aterrizaje.

Una vez que estuvo el avión en el aparcamiento se inició el desembarque de los pasajeros utilizando los medios habituales para ello. La alarma local en el aeropuerto se desactivó a las 00:46 UTC.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El día 6 de febrero de 2013 la aeronave Airbus A-340-313, matrícula CC-CQE, realizaba el vuelo LAN-705, con origen en el aeropuerto de Frankfurt (EDDF), en Alemania, escala en el aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) y destino el aeropuerto de Santiago (SCEL), en Chile. Una vez realizada la escala correspondiente, despegó de Madrid a las 23:17 h, por la pista 36L.

Después de la escala en Madrid, durante el ascenso y cruzando 26.000 ft en dirección al VOR de Cáceres (CCS), la tripulación de vuelo notó un olor parecido a gas lacrimógeno y rápidamente apareció humo en la cabina de mando de la aeronave. Los tripulantes se pusieron las máscaras de oxígeno, declararon emergencia y solicitaron regreso inmediato al aeropuerto de salida, a las 23:40 h. Alertaron tanto a la tripulación de cabina de pasajeros como a la tripulación de vuelo de relevo, confirmando la presencia de humo en la cabina de pasajeros. En el aeropuerto se activó la alarma local a las 23:50 h.

La aeronave inició el descenso y, con los motores en régimen de ralentí de vuelo («idle»), apareció en la pantalla del ECAM («Electronic Centralized Aircraft Monitoring» – Monitor centralizado electrónico del avión) el mensaje «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE» (Fallo del regulador en el paquete n.º 1 de aire acondicionado. Paquete n.º 1 de aire acondicionado derivado) y el humo desapareció rápidamente. La tripulación notificó al Centro de Control de Madrid (MADRID ACC) que la situación estaba controlada y se preparó para realizar un aterrizaje con sobrepeso.

El avión aterrizó sin novedad a las 00:18 h por la pista 32R y rodó al aparcamiento seguido por los bomberos, para comprobar el tren de aterrizaje.

Una vez que estuvo el avión en el aparcamiento y se hubo comprobado que no había problemas que lo impidieran, se inició el desembarque de los pasajeros utilizando los medios habituales para ello y se desactivó la alarma local en el aeropuerto a las 00:46 UTC.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	14	244	258	No se aplica
TOTAL	14	244	258	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave no sufrió daños a consecuencia del incidente.

1.4. Otros daños

No hubo otros daños.

1.5. Información sobre el personal

El comandante de la aeronave disponía de licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión ATPL(A) emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Chile, con habilitación de tipo A343 en vigor hasta el 31/07/2013 y certificado médico clase 1 en vigor hasta 31/07/2013. Contaba con una experiencia total de vuelo de 18.987 h de las cuales 8.252 eran en el tipo de aeronave.

Actuando como comandante de relevo en el vuelo del incidente iba a bordo un piloto que disponía de licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión ATPL(A) emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Chile, con habilitación de tipo A343 en vigor hasta el 31/12/2013 y certificado médico clase 1 en vigor hasta 31/12/2013. Contaba con una experiencia total de vuelo de 11.328 h de las cuales 2.075 eran en el tipo de aeronave.

El copiloto de la aeronave, disponía de licencia de piloto comercial CPL(A) emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Chile, con habilitación de tipo A343 en vigor hasta el 31/08/2013 y certificado médico clase 1 en vigor hasta 31/08/2013. Contaba con una experiencia total de vuelo de 3.283 h de las cuales 470 eran en el tipo de aeronave.

Actuando como copiloto de relevo en el vuelo del incidente iba a bordo un piloto que disponía de licencia de piloto comercial CPL(A) emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Chile, con habilitación de tipo A343 en vigor hasta el 31/10/2013 y certificado médico clase 1 en vigor hasta 31/10/2013. Contaba con una experiencia total de vuelo de 4.461 h de las cuales 2.244 eran en el tipo de aeronave.

Los tripulantes de cabina de pasajeros tenían sus licencias, habilitaciones y certificados médicos válidos y en vigor.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave del incidente era un modelo Airbus 340-313 con número de serie 429. Su fecha de fabricación fue el 12/10/2001 y, en el momento del incidente, había realizado

57.441 horas de vuelo y 9.289 ciclos. Su certificado de Aeronavegabilidad, emitido por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la República de Chile, estaba en vigor hasta el 25/08/2013 y, de acuerdo con la información facilitada por la Autoridad de Investigación de Accidentes de Chile, había sido mantenida de acuerdo con el programa de mantenimiento aprobado.

Su limitación de peso máximo al despegue era de 270.000 kg mientras que su limitación de peso al aterrizaje era de 192.000 kg.

Estaba equipada con cuatro motores CFM56-5C4/P con el siguiente historial:

Número de parte	Número de serie	Posición	Horas de vuelo totales	Ciclos de vuelo totales	Horas desde overhaul	Ciclos desde overhaul
CFM56-5C4/P	567166	1	49.512	8.079	7.413	965
CFM56-5C4/P	567139	2	52.218	8.543	406	43
CFM56-5C4/P	741972	3	53.114	8.622	11.015	1.471
CFM56-5C4/P	567140	4	48.257	7.953	4.115	517

La aeronave fue despachada de acuerdo a la lista de equipo mínimo MEL con un fallo de la señal de los sensores de nivel de combustible relacionado con el computador de vigilancia y control de combustible (FCMC)² número 2. Este fallo limitó a la tripulación para hacer el procedimiento de vaciado de combustible en vuelo, pero no tuvo incidencia en el fallo de la máquina de ciclo de aire que se identifica como fuente del humo en los conductos de aire acondicionado.

1.6.1. Sistema de aire acondicionado

El funcionamiento del sistema de aire acondicionado del Airbus 340 es totalmente automático. Suministra la renovación continua de aire y mantiene la temperatura seleccionada de forma constante en la cabina de vuelo y en las seis zonas en que se divide la cabina de pasaje, cuyo valor es independiente en cada una de ellas.

El aire es suministrado por el sistema neumático a través de:

- Dos válvulas de control de flujo en los paquetes de aire acondicionado.
- Dos paquetes de aire acondicionado.
- La unidad mezcladora, en la se combina el aire que proviene de la cabina de pasaje y los paquetes.

² FCMC: «Fuel Control and Monitoring Computer».

Desde estos elementos el aire es distribuido por las distintas zonas.

La regulación de temperatura se optimiza mediante dos válvulas reguladoras de presión de aire caliente y las válvulas compensadoras de aire, que añaden aire caliente, corriente arriba de los paquetes, a la unidad mezcladora de aire por medio de dos colectores de aire caliente.

En caso de emergencia una entrada de aire dinámico puede suministrar aire ambiente a la unidad mezcladora.

La regulación de temperatura se realiza mediante un controlador de zona y dos controladores de los paquetes. La temperatura en cabina de vuelo y pasaje se puede seleccionar en el panel de aire de cabina de vuelo.

En el panel de asistencia delantero existe otro panel de control que permite a la tripulación auxiliar modificar la temperatura seleccionada en el panel de cabina de vuelo en un margen de ± 3 °C.

La operación de los paquetes de aire acondicionado es dirigida por el controlador. Ambos paquetes operan de forma independiente y automática respecto al otro.

El aire de sangrado pre-acondicionado entra a la vía de enfriamiento mediante la válvula de control de flujo y es dirigido al intercambiador de calor primario.

Desde aquí el aire enfriado entra a la sección de compresor de la máquina de ciclo de aire y se comprime alcanzando una mayor presión y temperatura.

Este aire es enfriado de nuevo en el intercambiador de calor principal desde donde se dirige a la sección de turbina donde se expande generando la potencia necesaria para mover el compresor.

La disipación de energía durante este proceso reduce mucho la temperatura del aire. La válvula de control de temperatura puede modificar la temperatura de salida mediante la combinación de este aire muy frío con aire de sangrado que no ha pasado esta fase de enfriamiento en la máquina de ciclo de aire.

1.6.1.1. Fallo de la máquina de ciclo de aire

El Manual para la Operación de la Tripulación de Vuelo (FCOM) indica que, en caso de un fallo de la máquina de ciclo de aire (ACM), el paquete afectado puede ser operado en el modo de enfriamiento por el intercambiador de calor. Así el aire de sangrado pre-acondicionado entra a la vía de enfriamiento mediante la válvula de control de flujo y

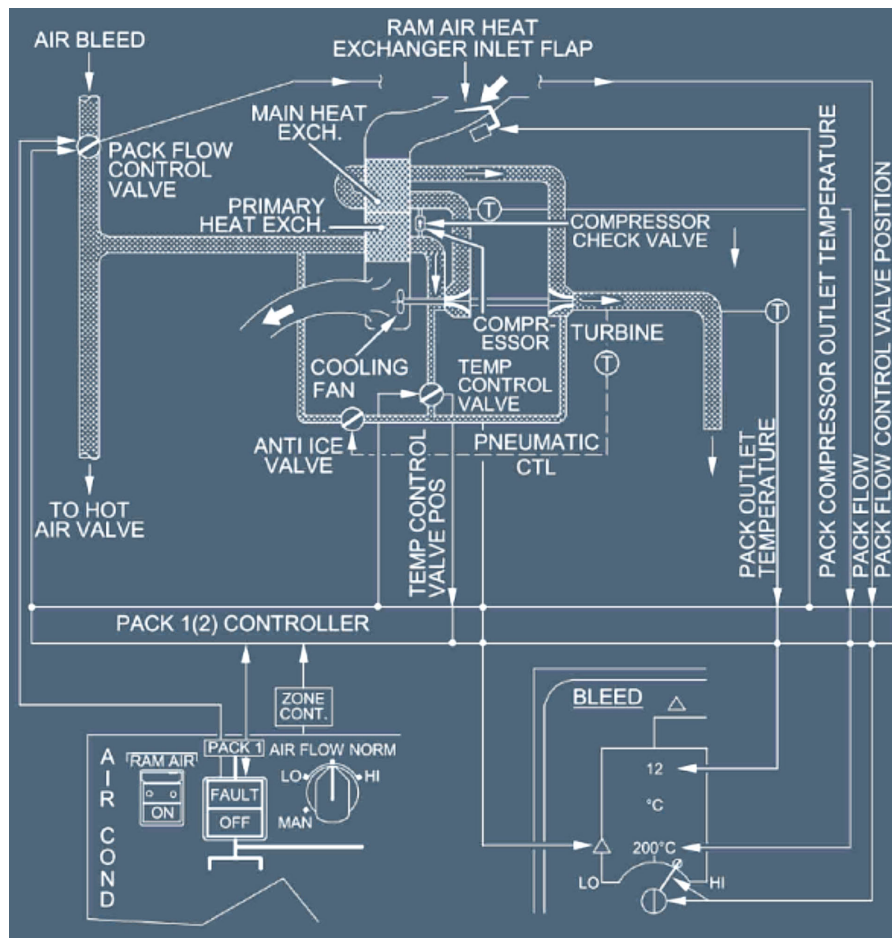


Figura 1. Esquema del paquete de aire acondicionado (FCOM)

se dirige al intercambiador de aire primario. La válvula de no retorno del compresor («check valve») y la válvula de derivación («bypass») se abren permitiendo solo que el aire se enfríe en dicho intercambiador de aire. Un bloqueo de la máquina de ciclo de aire reduce el flujo de este, que se acondiciona.

En este caso el sistema funciona de tal forma que:

- El controlador del paquete regula la temperatura, de acuerdo con la demanda requerida por el controlador de zona, modulando la válvula de control de temperatura y las persianas de entrada y salida de aire de impacto.
- El controlador de zona regula el flujo de aire caliente mediante las válvulas compensadoras de aire para optimizar la temperatura. El flujo de aire caliente es menor que en operación normal, ya que el flujo que maneja el paquete es reducido.

En tierra un paquete con una máquina de ciclo de aire bloqueada debe ser desconectado, ya que no se dispone de aire de impacto, en el que basa el intercambiador de calor su operación.

1.6.2. *El ECAM*

El ECAM es el sistema electrónico de vigilancia centralizado de la aeronave. Forma parte del sistema electrónico de instrumentos (EIS) y consta de la pantalla de datos de motor y alertas (E/WD) y la pantalla de sistemas (SD)³.

Facilita a la tripulación la siguiente información:

- Indicaciones primarias de motor, cantidad de combustible y posición de flap y slat.
- Alertas de emergencia y de precaución así como procedimientos.
- Diagramas sinópticos de los sistemas de aeronave y mensajes de estado (estatus).
- Datos de vuelo permanente.

El sistema facilita a la tripulación de vuelo información sobre avisos y alertas, relaciona los fallos en la presentación de los esquemas de aeronave e indica los procedimientos de operación así como los efectos producidos en los sistemas tras la aplicación de los mismos.

1.6.3. *El computador del sistema de control y vigilancia de combustible (FCMC)*

El sistema de combustible está equipado por dos computadores del sistema de control y vigilancia de combustible FCMC. La misión de estos computadores es:

- Medir la cantidad de combustible e indicarla en el ECAM.
- Calcular el peso bruto de la aeronave y la variación de la posición del centro de gravedad, basado en el peso sin combustible («Zero Fuel Weight», ZFW) y la posición del centro de gravedad indicado por la tripulación.
- Controla la transferencia de combustible a los tanques interiores para alimentar los motores.
- Controla la transferencia de combustible desde y hacia el tanque de compensado para control de la posición del centro de gravedad.
- Envía señales al control automático de motores (FADEC) para gestionar el sistema de recirculación de combustible.

El FCMC utiliza información de los sensores de nivel de combustible para controlar la transferencia y para generar avisos independientemente de la indicación de cantidad. Los distintos sensores son:

³ ECAM: «Electronic Centralized Aircraft Monitoring».
EIS: «Electronic Instrument System».
E/WD: «Engine/Warning Display».
SD: «Systems Display».

- Sensores de bajo nivel:
 - Para iniciar las alertas de bajo nivel de combustible y para interrumpir el vaciado en el aire (jettison).
 - Para controlar la transferencia al tanque central y al de compensado.
- Sensores de alto nivel:
 - Para parar la carga de combustible cuando un tanque esté lleno.
- Sensores de nivel de ventilación:
 - Para interrumpir el repostaje o la transferencia de combustible en caso de rebose del tanque.

El problema que tuvo que afrontar la tripulación previo al despegue fue un fallo del FCMC n.º 2 que afectó a la indicación automática de dichos sensores, y limitaba la capacidad de vaciado de combustible en vuelo.

1.7. Información meteorológica

La información ATIS Y de las 22:50 UTC, obtenida por la tripulación al inicio de la operación, indicaba lo siguiente:

ATIS Y 22:50 Departure Rwy 36L Arrival Rwy 32R TL140 Taxiway N2 Closed wind 340/17 CAVOK 5/4 Q 1020.

Esta información indicaba la configuración de operación nocturna del aeropuerto y alertaba sobre la no disponibilidad de la calle de rodaje N2. El viento existente era de dirección 340° y 17 kt de intensidad y con buenas condiciones de visibilidad y techo de nubes⁴, 5 °C de temperatura y -4 de temperatura de punto de rocío, y una presión atmosférica de 1.020 hPa.

La previsión meteorológica con que contaba la tripulación indicaba lo siguiente:

*LEMD 061700Z 0618/0724 31012KT CAVOK TX10/0715Z TN01/0707Z
PROB30 TEMPO 0618/0621 30020G34KT=*

Información emitida para el aeropuerto de Madrid-Barajas a las 17:00 UTC del día 6 de febrero. La previsión es válida entre las 18:00 UTC del día 6 y las 24:00 del día 7.

⁴ El término CAVOK («Ceiling and Visibility OK») se refiere a visibilidad, nubes y condiciones meteorológicas actuales mejores que los valores o condiciones prescritos para la operación en el aeropuerto, según el RCA.

El viento vendría de dirección 310° con 12 kt de intensidad, buenas condiciones de visibilidad y techo de nubes, temperatura máxima esperada de 10 °C a las 15:00 UTC del día 7 y mínima esperada de 1 °C a las 07:00Z del día 7. Señala una posibilidad de un 30% de que temporalmente, en el intervalo entre las 18:00 y las 21:00 UTC del día 6, el viento provenga de la dirección 300° con una intensidad de 20 kt y rachas de 34 kt.

1.8. Ayudas para la navegación

La maniobra asignada para la salida instrumental fue la Cáceres 3N (CCS3N) despegando desde la pista 36L. En su aproximación fue instruida para proceder al VOR de Toledo TLD y desde ahí a la maniobra de aproximación de precisión ILS para la pista 32L.

Todas las ayudas requeridas para su maniobra estaban operativas el día del incidente.

1.9. Comunicaciones

La aeronave estableció contacto radio con las siguientes estaciones:

1. Barajas autorizaciones: 130.350 MHz
2. Rodadura (GMC E-South): 121.625 MHz
3. Torre de control (Dep 36L): 118.075 MHz
4. Madrid APP (Dep W): 131.175 MHz
5. Madrid ACC: 136.525 MHz
6. Madrid APP: 136.100 MHz
7. Torre de Control (Arr 32R): 118.975 MHz
8. Rodadura (GMC E-South): 121.635 MHz

Asimismo también contactaron con la frecuencia de operaciones de la compañía LAN Airlines para gestionar la atención al pasaje a su llegada a aparcamiento.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto internacional «Adolfo Suarez» Madrid-Barajas pertenece a la red de aeropuertos nacionales gestionado por la empresa AENA. Está situado a 12 km al noreste de la ciudad de Madrid, y tiene una elevación de 1.998 ft (609 m).

Para su operación está dotado de cuatro pistas paralelas dos a dos y cinco edificios terminales de pasajeros, así como de plataformas y calles de rodaje que facilitan los movimientos terrestres de aeronaves y equipamientos de servicio.

El AIP España refleja que la pista en uso será seleccionada por el ATC. En particular, para componente norte de viento señala que, en condiciones normales de operación, siempre que la componente en cola del viento no supere los 10 kt (la superficie de la pista está seca o mojada con acción de frenada buena), entre las 23:00 y las 07:00 LT la configuración preferente será la pista 32R para llegadas y la pista 36L para salidas. Esta configuración estaba activa en la fecha y hora del incidente.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave Airbus 340-300 está equipada con un registrador de voces de cabina (CVR) y de un registrador de datos de vuelo (FDR).

La compañía LAN facilitó a la investigación los datos grabados en ambos registradores.

Con dichos datos, junto con la transcripción de las comunicaciones y la traza radar, se ha reconstruido el vuelo de la aeronave que sufrió el incidente.

1.11.1. Fase de rodaje, despegue y ascenso a FL260

La tripulación inició su operación desde el punto de aparcamiento n.º 559. En la cabina de vuelo estaban presentes el comandante, el copiloto y un tercer tripulante como copiloto de seguridad.

A las 22:59:00 h realizaron una comunicación con Barajas autorizaciones para solicitar permiso para realizar su maniobra de retroceso. Recibió la autorización de salida recibiendo instrucciones de realizar la salida normalizada por instrumentos Cáceres 3N (CCS3N) desde la pista 36L con código de transpondedor 4572, así como una instrucción para retroceder dejando el morro del avión aproando al norte.

A las 23:02:23 h, durante la maniobra de retroceso, realizó la puesta en marcha de los motores tras la cual la tripulación solicitó autorización de rodaje. Las instrucciones recibidas les invitaban a proceder por las calles de rodaje EB y N hasta Z3, que es el punto de espera de la pista 36L.

A las 23:13:03 h, después de realizar los procedimientos correspondientes a las listas de después de la puesta en marcha («After start C/L») y antes del despegue («Before take off C/L») llegaron al punto Z3, siendo transferidos a la frecuencia de Torre 118.075.

A las 23:16:03 h la aeronave es autorizada a despegar. Anteriormente el comandante había requerido la desconexión de los paquetes de aire acondicionado para una mejora de las características de la aeronave al despegue. Asimismo el comandante cede los

mandos al copiloto quién, desde este momento, hace funciones de piloto a los mandos PF. El peso estimado al despegue fue de 269.436 kg.

A las 23:17:31 h, con 154 kt de velocidad indicada, la tripulación inicia la maniobra de rotación, despegando las ruedas de morro con 166 kt.

A las 23:18:10 h son trasferidos con Madrid APP en la frecuencia de 131.175 Mhz a través de 3.000 ft.

A las 23:18:33 h son autorizados a ascenso a nivel de vuelo 240 con mantenimiento de velocidad a discreción.

A las 23:24:26 h son autorizados a proceder directos al VOR de Cáceres CCS. Se encontraban a 9.100 ft con 277 kt de velocidad.

A las 23:29:03 h, después de realizar la comprobación de altímetros tras pasar la altitud de transición de 13.000 ft, el comandante apaga la señal de cinturones y organiza los turnos de descanso de la tripulación. Tras esto uno de los tripulantes sale de cabina de vuelo para iniciar su descanso.

A las 23:31:53 h son transferidos a Madrid ACC en la frecuencia 136.525 MHz, quien les autoriza a continuar el ascenso hasta nivel de vuelo 290.

1.11.2. *Humo en cabina y empleo de máscaras de oxígeno*

A las 23:39:58 h el copiloto comenta que aprecia olor similar a gas lacrimógeno. Se encuentran en ascenso a través de nivel de vuelo 260, manteniendo Mach (M) 0,74. Se encontraban en el punto n.º 1 de la figura 2. La tripulación confirma que hay humo en la cabina y hacen uso de sus máscaras de oxígeno decidiendo parar el ascenso.

A las 23:40:25 h la tripulación detiene el ascenso y se hace la transferencia de control del avión de tal forma que el comandante pasa a ser el piloto a los mandos PF.

A las 23:40:41 h el comandante llama al jefe de cabina para que acuda a cabina de vuelo confirmando la situación. El copiloto declara emergencia indicando sus intenciones de regresar a Madrid Barajas. ACC Madrid les autoriza a proceder por la izquierda al VOR de Toledo TLD y a descender a nivel de vuelo 190, anunciándoles que la pista en servicio será la 32.

A las 23:41:47 h el comandante comenta que van a realizar un aterrizaje con sobrepeso.

A las 23:42:03 h son autorizados por ACC a proceder directos al punto TOBEK (IAF⁵ de la aproximación ILS a la pista 32R). El tripulante que estaba de descanso se incorpora

⁵ IAF: «Fijo de aproximación inicial».

para auxiliar en la emergencia. En ese momento ya habían invertido la tendencia y se encontraban en descenso. Posteriormente ACC les autoriza descenso a nivel de vuelo 150, momento en que la tripulación les confirma su intención de aterrizar con sobrepeso.

A las 23:43:53 h la tripulación comenta que es un problema de indicación y deciden preparar las fichas de aproximación. Indican que tienen una indicación de PACK FLOW en LOW. El comandante posiciona el selector de flujo del paquete en posición HI pero indica que «la lista no la van a llegar a pasar». La tripulación insiste en preparar la lista de aterrizaje con sobrepeso.

A las 23:44:43 h el comandante comunica al pasaje su intención de retorno al aeropuerto de salida.

1.11.3. Resolución de la emergencia y preparación de aterrizaje con sobrepeso

A las 23:45:04 h la tripulación se quita las máscaras de oxígeno. Se encontraban en descenso a través de 20.800 ft y con 284 kt, con un rumbo de componente noreste hacia TOBEK, en el punto n.º 2 de la imagen n.º 2. El comandante confirma que ya no hay olor ni humo y, tras seleccionar el flujo del paquete en HI, acuerdan pasar la lista de SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE. Antes de pasar la lista confirman que el olor no solo se detectó en cabina de vuelo sino también en la zona de servicio de la cabina de pasaje («galley»).

Mientras el copiloto iniciaba la lectura de la lista de emergencia completando la comprobación de los puntos de acción inmediata, el tercer tripulante, en funciones de copiloto de relevo, escuchaba la información del ATIS.

A las 23:47:21 h la tripulación decide comunicar su situación a la oficina de operaciones de su compañía en Madrid. Discuten también que la fuente de humo sea el aire acondicionado al haberse detectado el mismo tanto en cabina de vuelo como en la de pasaje.

A las 23:49:07 h la tripulación determina que el problema del computador de vigilancia y control de combustible (FCMC n.º 2) con que despachaban la aeronave les impedía realizar el procedimiento de vaciado de combustible en vuelo.

A las 23:49:27 h, estando establecidos en nivel de vuelo 150, la tripulación comunica a ACC que la situación está controlada y que había sido humo procedente del aire acondicionado. Le confirman su intención de aterrizar en Madrid con sobrepeso.

Coordinan asimismo con la tripulación auxiliar la no existencia de humo en cabina de pasaje confirmando la intención de aterrizar en Madrid.

A las 23:51:13 h el comandante expresa su deseo de iniciar antes el descenso para configurar la aeronave para el aterrizaje con tiempo. Se plantea hacer un circuito de espera en TOBEK. En ese momento Madrid ACC transfiere el tráfico a la frecuencia 136.1 MHz correspondiente a Madrid APP al que expresan esa intención.

La tripulación identifica el humo con el aviso aparecido «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE» comentando que se ha oído un ruido por la parte izquierda de la aeronave y proceden a aislar el paquete dañado desactivándolo siguiendo las indicaciones del ECAM.

A continuación, a las 23:52:58, el comandante expresa su deseo de leer la lista de aterrizaje con sobrepeso lo que el tercer tripulante comienza a hacer determinando que la configuración más apropiada para un aterrizaje con esas características es con flaps y slats en CONF FULL⁶ y que no hay problema con la distancia de aterrizaje para la pista 32R.

Mientras están leyendo la lista de aterrizaje con sobrepeso son interrumpidos por una llamada desde cabina de pasajeros del Jefe de Servicio indicándoles que la cabina está preparada para la aproximación y aterrizaje y coordinan las comunicaciones en caso de que la situación se repita.

Posteriormente, a las 23:54:48 h, después de que el copiloto confirma que está seleccionada la aproximación para la pista 32R en el Sistema de Gestión de Vuelo (FMS)⁷, es llamado por Madrid APP para autorizar a la tripulación a iniciar el descenso a 10.000 ft con un QNH de 1.021 hPa. El comandante confirma entonces que realizarán la aproximación ILS Z a la pista 32R para lo cual confirman la información actualizada del ATIS que le confirma la pista en servicio con viento de 330° de dirección y 5 nudos de intensidad, 4 °C de temperatura y presión de 1.021 hPa.

A las 23:56:17 h los dos copilotos preparan el FMS para la aproximación y realizan un análisis el combustible consumido hasta entonces, determinando que son 7.500 libras y comparándolo con el combustible cargado para determinar el peso.

A las 23:57:08 h realizan la lista de chequeo de aproximación y el comandante comenta las consideraciones de la maniobra de aproximación (briefing). Como peculiaridad expresa su intención de tener el avión completamente configurado a 5.000 ft antes de iniciar el tramo de aproximación final.

A las 23:59:52 h son autorizados a abandonar 10.000 ft para 5.000, lo que es colacionado por la tripulación, que reitera de hacer un circuito de espera sobre TOBEK hacia la derecha manteniendo 250 kt.

⁶ En esta configuración los slats se despliegan 24° y los flaps a 32°.

⁷ FMS: «Flight Management System».

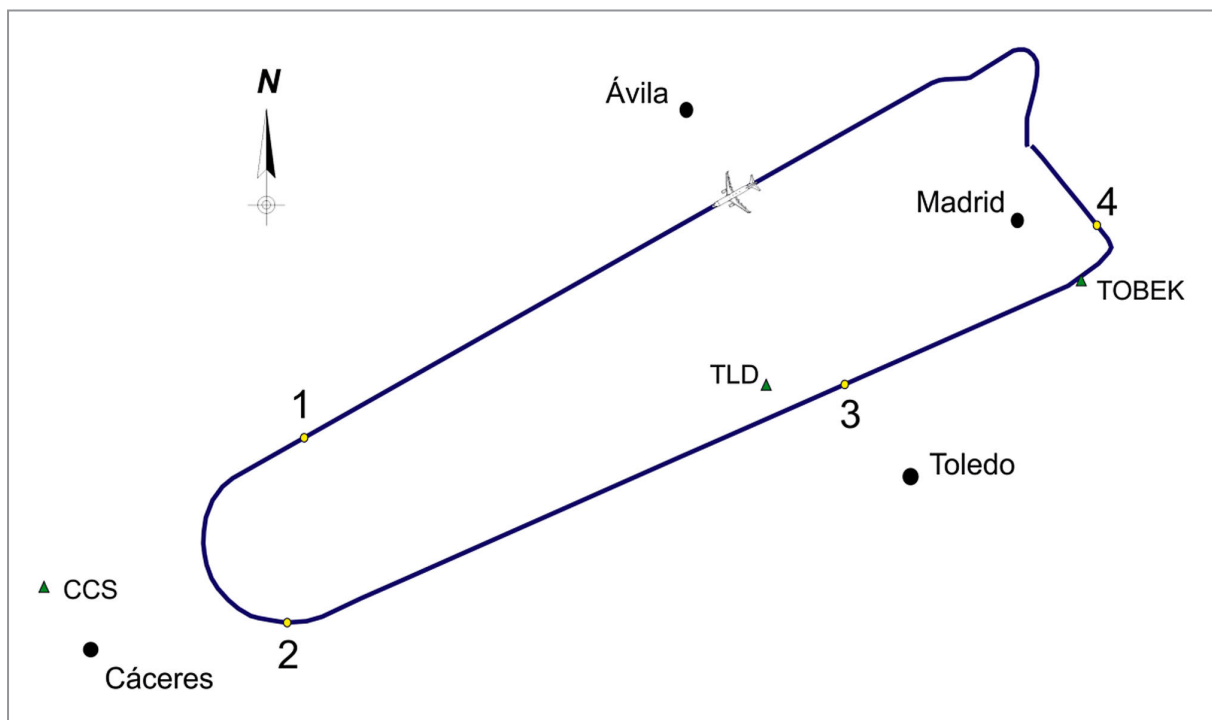


Figura 2. Trayectoria seguida por la aeronave

A las 00:00:15 h, una vez abandonando 10.000 ft, el copiloto sugiere proceder directos para aproximación y empezar a configurar desde ese momento con lo que empiezan a reducir la velocidad de la aeronave con este fin. Se encontraban en el punto n.º 3 de la imagen n.º 2. Inmediatamente reciben otra llamada de cabina de pasaje en la que el jefe de servicio da la cabina de pasaje lista para aterrizaje y confirma que no se realizará evacuación salvo en caso de que apareciese humo de nuevo.

A las 00:01:23 h el tercer tripulante expresa que el procedimiento de aterrizaje con sobrepeso recomienda conectar los paquetes de aire al APU por lo que proceden a conectar el paquete n.º 2 a dicha unidad. Asimismo confirma que en la fase final de la aproximación la velocidad objetivo debe ser la mínima seleccionable VLS. El último punto que comentan del procedimiento es el uso de los frenos para evitar sobrecalentamiento en función de la pista disponible. Comenta que la longitud de pista disponible es de 3.500 m y que ellos necesitarán 2.300. El comandante decide seleccionar la acción de frenada automática (autobrake) en MEDIUM, lo que es discutido por el tripulante adicional considerando que están demasiado pesados para esa selección y que el procedimiento dice que se debe ajustar la frenada para utilizar toda la pista disponible, con lo que rehúsan hacer frenada automática.

1.11.4 Aterrizaje con sobrepeso

A las 00:05:01 ATC informa de un reporte de turbulencia ente 5.000 y 7.000 ft a 3 NM de TOBEK.

A las 00:05:41 el comandante sugiere bajar el tren con anticipación para incrementar así el consumo de combustible, lo que realizan a continuación. Se encuentran manteniendo 5.000 ft con 192 kt de velocidad indicada.

A continuación el tercer tripulante indica que se puede hacer aterrizaje en modo automático («autoland») hasta con 270 toneladas. El comandante le responde que estaba pensando en «autoland» por la turbulencia comunicada con vientos cambiantes.

A las 00:06:29 h la tripulación solicita proceder a aproximación directa al localizador rehusando el circuito de espera previamente solicitado. Son autorizados a proceder a discreción y se les solicita que notifiquen cuando estén establecidos en el mismo.

A las 00:08:16 h el copiloto se vuelve a poner en contacto con la oficina de operaciones de la compañía indicándoles que aterrizarán en 10 minutos.

A las 00:08:43 h la tripulación discute la conveniencia de hacer el aterrizaje de forma manual en caso de que la atmósfera esté tranquila. El comandante les solicita que le recuerden el uso de potencia de reversa.

A las 00:10:05 son autorizados a aproximación a la pista 32R. La tripulación continuó configurando la aeronave hasta CONF 3 y terminó de realizar las listas de aproximación. Antes de interceptar el localizador el comandante seleccionó los dos sistemas de piloto automático. Establecidos en la aproximación el comandante llama la atención sobre que llevaban una GS mini⁸ muy alta. La velocidad indicada registrada en el FDR era de 179 kt.

A las 00:12:55 h son autorizados a cambiar con frecuencia de Torre de Barajas en 118.975 MHz quien les autoriza el aterrizaje actualizando la información de viento en superficie de dirección 010° y 5 kt de intensidad. Se encontraban en el **punto n.º 4** de la imagen n.º 2. La tripulación confirmó su intención de usar toda la pista y abandonarla por el final.

A las 00:13:51 h interceptaron la senda de planeo, configuraron la aeronave a CONF FULL y realizaron la lista de chequeo de aterrizaje. El copiloto le comenta al comandante que en final reducirán la velocidad a la mínima seleccionable VLS. El comandante a través de 500 ft de altitud absoluta solicitó la selección de 161 kt de velocidad.

El aterrizaje se produjo a las 00:17:30 h. En ese momento el peso de la aeronave registrado fue de 259.272 kg. Previamente, al alcanzar la altura de mínimos de la aproximación, la tripulación desconecta el piloto automático realizando el aterrizaje de modo manual. Durante la carrera de aterrizaje se detecta en cabina de vuelo y de pasaje

⁸ El propósito de la función de velocidad suelo («Ground Speed mini») es mantener el nivel de energía de la aeronave por encima de un valor mínimo independiente de las variaciones y rachas de viento.

un olor que identifican como «de freno». El jefe de servicio llamó inmediatamente a la tripulación técnica para advertirles del olor extraño detectado.

El comandante comenta que el avión se le desplomó por el afán de tomar tierra. El copiloto indicó que habían hecho contacto con un régimen de 500 ft/min. El registrador de datos grabó un valor de 540 ft/min. Y una aceleración vertical máxima de 1,379 G.

Abandonaron pista por la intersección K1 y solicitaron un TOAM⁹ para que les guiase en rodaje al punto de estacionamiento. Los frenos alcanzaron una temperatura de 430 °C que fue vigilada por la tripulación en todo momento.

La tripulación acordó sacar el disyuntor («circuit breaker») del grabador de voces de cabina (CVR) para preservar los registros grabados en el mismo, facilitando la investigación del incidente.

A las 00:23:01 llegaron al punto de estacionamiento asignado n.º 559 donde procedieron a parar los motores y desembarcar al pasaje por el procedimiento habitual.

Después, se solicitó al personal de mantenimiento que sacase el disyuntor («circuit breaker») del CVR para preservar su grabación. El personal de mantenimiento así lo hizo.

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

No se aplica.

1.13. Información médica y patológica

Ninguno de los miembros de la tripulación ni del pasaje requirió asistencia médica.

1.14. Incendio

No se aplica.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

A las 23:50 h el ejecutivo de servicio declaró alarma local en el aeropuerto. Desde el centro de gestión aeroportuaria (CGA) se realizan llamadas de alerta asociadas al procedimiento para este estado de alarma, entre otros, al Servicio de Extinción de

⁹ TOAM: Técnico de operaciones en el área de movimiento.

Incendios, a la Policía Nacional, a la Guardia Civil, al Servicio Médico Aeroportuario y al Servicio de Seguridad del aeropuerto. Se revisó la pista 32L para ponerla en servicio en caso de que la aeronave en emergencia bloquease la pista activa 32R en su aterrizaje.

La alarma local se desactivó a las 00:46 h, una vez la aeronave se encontraba estacionada en el punto de aparcamiento asignado y sin novedad. Durante la maniobra de rodaje la aeronave fue acompañada por un vehículo del Servicio de Extinción de Incendios desde que libró pista hasta su punto de estacionamiento.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. *Declaración de la tripulación técnica*

En el vuelo desde Madrid-Barajas a Santiago de Chile en el avión A340 con matrícula CC-CQE, cruzando 27.000 ft durante el ascenso, se apreció un olor extraño similar a gas lacrimógeno.

A consecuencia de ello se utilizaron las máscaras de oxígeno y se declaró emergencia, solicitando regreso inmediato a Madrid Barajas.

Se inició descenso inmediato y al poner la potencia de los motores en régimen de ralentí (idle) apareció el mensaje ECAM «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE».

Cuando apareció este mensaje el humo desapareció rápidamente por lo que se notificó al control de tránsito aéreo de Madrid que la situación estaba controlada.

Previamente se había alertado a la tripulación de cabina de pasajeros y a la tripulación de vuelo de relevo, que confirmaron la presencia de humo en cabina de pasajeros.

Se realizó aproximación de precisión a la pista 32 R del aeropuerto de Madrid-Barajas, efectuando un aterrizaje con sobrepeso. El peso al aterrizaje fue de 259 toneladas.

Se solicitó al personal de mantenimiento que sacase el disyuntor («circuit breaker») del registrador de voz de cabina (CVR) para preservar su grabación. El personal de mantenimiento así lo hizo.

1.16.2. *Declaración de la tripulación auxiliar*

Finalizando la comprobación de después de despegue, entrando en la cabina de la zona de «bussiness class» por el pasillo izquierdo, se sintió un olor a cable quemado característico de incendio eléctrico.

La tripulación auxiliar encargada de esa zona de la aeronave se puso en alerta y, junto a un tripulante técnico de la tripulación de relevo sito en esa zona, iniciaron la revisión de la cabina de pasaje buscando la fuente de dicho olor.

Desde cabina de vuelo se produjo una llamada para acudir a presencia del comandante siendo atendida por el Jefe de Servicio abordó y el tripulante técnico de relevo.

El comandante preguntó si había humo considerable en cabina de pasaje a lo que se respondió negativamente. A diferencia de la cabina de pasaje la cabina de vuelo estaba llena de humo y con un fuerte olor a quemado.

Se indicó que debido a este incidente se debía retornar a Madrid-Barajas y que se asegurase la cabina. El comandante también solicitó que se le mantuviese informado sobre el estado de la cabina.

Se difundió la información recibida a toda la tripulación auxiliar e iniciaron una comprobación de la cabina de pasaje en sus distintas zonas de responsabilidad.

Desde cabina de vuelo se realizó una comunicación al pasaje informando que debido a un problema técnico se debía regresar a comprobar el avión a Madrid-Barajas, decisión basada en los altos estándares de seguridad de nuestra compañía. No se llegó a nombrar la situación de emergencia, ni de humo en cabina.

El estado de los pasajeros era aparentemente tranquilo.

Una vez que se informó a la tripulación técnica sobre la cabina preparada, se realizó una nueva revisión y se volvió a comunicar con todos los tripulantes.

Continuamente se mantuvo informada la tripulación técnica de las condiciones de la cabina, pasajeros y tripulación.

Después de un aterrizaje fuerte, una vez en aparcamiento, se procedió a desembarcar pasajeros normalmente una vez que personal de tierra les informó que se debía cancelar el vuelo por razones técnicas.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Información en Manuales sobre la amenaza de humo

Con el objeto de estandarizar la operación y el entrenamiento de las tripulaciones, el fabricante de la aeronave emite el Manual para entrenamiento de la tripulación de vuelo (FCTM)¹⁰.

¹⁰ FCTM: «Flight Crew Training Manual».

En este documento ofrece unas pautas a seguir por la tripulación en caso de la detección de humo, siendo la principal la consideración de proceder al aeropuerto practicable más cercano tan pronto como aprecie la presencia de éste.

El manual diferencia ente los casos en los que el ECAM facilita la identificación de la fuente del humo y en los que no. Si el humo es detectado por la tripulación sin ningún aviso ECAM relacionado, la tripulación debe acudir al Manual de Referencia Rápida (QRH) para realizar el procedimiento de papel (no indicado en el ECAM) «SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE». Si durante la ejecución de este procedimiento surgiese una alerta ECAM asociada a la fuente de humo, el procedimiento asociado al mismo tendrá prioridad. El primero se aplicará siempre que exista alguna duda sobre el origen del humo presente.

La filosofía del «SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE» expresa las siguientes acciones principales:

- Anticipar el desvío al aeropuerto practicable más cercano.
- Realizar las acciones de acción inmediata del procedimiento.

Si la fuente de humo no se puede aislar inmediatamente se iniciará el desvío previsto y se realizará el procedimiento para combatir el humo e identificar su origen.

Si el humo supusiese la mayor amenaza para la operación la tripulación deberá considerar priorizar el procedimiento de evacuación de humo así como el uso de la configuración eléctrica de emergencia, y evaluar la necesidad de un aterrizaje inmediato. Si se decide realizar el procedimiento de evacuación de humo se debe iniciar a un descenso 10.000 ft ya que requiere despresurizar la aeronave.

Las acciones de realización inmediata son comunes en todos los casos de humo y/o vapores independientemente de la fuente. Sus objetivos son facilitar la protección del estado de salud de la tripulación, minimizar la contaminación de la aeronave y establecer comunicación entre las cabinas de vuelo y de pasaje.

La coordinación con la tripulación de cabina de pasajeros es esencial y se requiere que la misma mantenga informada a la tripulación técnica en todo momento sobre sus estimaciones acerca de la densidad del humo y la severidad de la situación.

Si el humo inicialmente proviene de las salidas de ventilación de la cabina de vuelo, o si el humo se detecta y aprecia en cabina de pasaje, la tripulación técnica debe asociar la fuente al sistema de aire acondicionado.

1.17.2. *Información en manuales sobre aterrizaje con sobrepeso*

El fabricante indica que el aterrizaje con sobrepeso solo es aceptable en condiciones excepcionales, entre las cuales incluye el desvío.

La decisión de reducir el peso mediante lanzamiento de combustible es potestad del comandante después de analizar distintos parámetros como la longitud de pista disponible, las condiciones de la aeronave, la situación de emergencia, etc.

El aterrizaje automático de la aeronave está certificado hasta el peso máximo al aterrizaje aunque se han desarrollado vuelos de prueba en los cuales se ha ejecutado con éxito con pesos hasta el máximo al despegue. Por lo tanto, en caso de emergencia, y bajo la responsabilidad de la tripulación, se puede realizar un aterrizaje automático hasta ese rango de peso siempre que la pista esté aprobada para ello.

Si se requiere un aterrizaje con sobrepeso se debe volar una aproximación por derecho con un tramo final largo, para configurar el avión maximizando la técnica de aproximación estabilizada. La velocidad se reducirá a VLS en la etapa final de la aproximación para minimizar la energía del avión.

En caso de tener que frustrar la aproximación la tripulación debe considerar que la transición desde un ángulo de aproximación estándar de 3° al gradiente de ascenso requiere mucha energía y, por tanto, puede provocar una pérdida de altitud.

Si el peso de la aeronave excede el máximo al aterrizaje por consideraciones estructurales se requiere que la toma de tierra se realice con un régimen de descenso inferior a 360 ft/min. De la excedencia de esta limitación dependerá la acción de mantenimiento a tomar.

Considerando la longitud de pista disponible se debe modular el uso de los frenos de tal forma que se evite en lo posible tener frenos calientes con el riesgo de desinflado de los neumáticos.

De forma general los pesos que limitan por máxima energía de frenado y máxima velocidad de neumáticos no son restrictivos incluso en una configuración de aterrizaje con sobrepeso.

1.18. Información adicional

La aeronave fue atendida en Madrid-Barajas, antes y después del incidente, por el personal de mantenimiento de LAN realizando las tareas establecidas para la detección del fallo registrado aplicando las acciones correspondientes al procedimiento «Pack 1 Air Cycle Machine Fault - Fallo de la máquina de ciclo de aire del paquete n.º 1» (TSM 21-00-810-810^a) y «Cleaned APU Bleed Air Duct Elbow: Limpieza del conducto de sangrado de aire de la Unidad de Energía Auxiliar —APU—» (TSM 71-00-51-810-810^a).

Asimismo se realizó una comprobación operacional del paquete de aire acondicionado n.º 2 tanto con el APU como con los motores, sin que se detectase ningún humo ni olor extraño en la aeronave.

Una vez realizadas estas tareas, se aseguró la válvula de control de flujo del paquete n.º 1 de aire acondicionado y se difirió la corrección del fallo, de acuerdo con la Lista de equipo mínimo (MEL) con un solo pack operativo.

Este diferido fue levantado el 12 de febrero mediante la sustitución del controlador del paquete y de la válvula de control de temperatura. Asimismo la máquina de ciclo de aire fue sustituida y remitida a Lufthansa Technik para su reparación.

El informe de este último centro de mantenimiento indica que, durante la reparación, se encontró la pérdida de un álabe por desgarro y desgaste anormal, así como dos cojinetes y el eje con síntomas de estar quemados.

Se efectuó la reparación correspondiente, sustituyendo todos los elementos dañados el 29 de mayo.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se aplica.

2. ANÁLISIS

2.1. Generalidades

La aeronave despegó del aeropuerto de Madrid-Barajas (LEMD) con destino Santiago de Chile (SCL) a las 23:18 h. A bordo de la aeronave viajaban 244 pasajeros asistidos por 4 tripulantes técnicos y 10 auxiliares.

Después de realizar la maniobra de salida instrumental autorizada procedieron directos al VOR de CCS. Estando a través de nivel de vuelo FL260 apareció humo, tanto en cabina de vuelo como en la de pasaje, obligando a la tripulación técnica a usar las máscaras de oxígeno y a regresar al aeropuerto de origen.

Después del aislamiento automático de la máquina de ciclo de aire del paquete de aire acondicionado n.º 1 el humo se disipó por completo, lo que permitió a la tripulación la operación sin máscaras de oxígeno.

Por un fallo en la FCMC n.º 2, que la tripulación había despachado desde origen de acuerdo a la lista de equipo mínimo (MEL), la aeronave no pudo ser aligerada de peso mediante un vaciado de combustible por lo que la tripulación se vio forzada a realizar un aterrizaje con sobrepeso.

Realizaron la aproximación ILS a la pista 32R de Madrid-Barajas decidiendo el comandante realizar la toma de modo manual.

La aeronave utilizó toda la pista para frenar y abandonar por el final de la misma, rodando al estacionamiento asignado por sus propios medios con la vigilancia del Servicio de Extinción de Incendios.

El aeropuerto declaró situación de alarma local que estuvo activa hasta que el pasaje se encontró desembarcado.

2.2. Gestión de la emergencia

La aparición de humo en una aeronave en vuelo se considera una de las situaciones de mayor riesgo. El humo no solo puede ser indicativo de una fuente de fuego que pueda producir daños catastróficos en una aeronave, también puede ser altamente tóxico para los tripulantes y pasajeros a bordo.

Por este motivo la primera acción que cualquier tripulante técnico debe hacer para salvaguardar su nivel de consciencia ante cualquier humo detectado u olor no identificado debe ser hacer uso de las máscaras de emergencia con suministro a presión positiva y con un enriquecimiento del 100% de oxígeno. Muchos de estos elementos de

emergencia, como es el caso del que equipa el A-340, llevan añadidas unas gafas que permiten al tripulante la visión en condiciones de alta densidad de humo.

Asimismo, el procedimiento indica la necesidad de realizar un desvío de la ruta y aterrizar tan pronto como sea posible en el aeropuerto practicable más cercano.

La tripulación del CC-CQE tenía este concepto claramente asimilado y no tuvo dudas de usar sus máscaras en cuanto detectaron la presencia de humo. Asimismo declararon la situación de emergencia y solicitaron retornar al aeropuerto de salida, requiriendo descenso.

El comandante contactó inmediatamente con la tripulación auxiliar para determinar el alcance del problema en lo que respecta a la cabina de pasaje. Este contacto fue fluido y constante durante el resto de vuelo, estando muy pendiente el jefe de servicio de informar al comandante de cualquier anomalía en cabina de pasaje preparando la misma, junto con sus compañeros, para cualquier eventualidad durante el resto del vuelo incluyendo la posibilidad de evacuación.

Hicieron uso de las máscaras durante 5 minutos y 6 segundos, hasta que advirtieron que el humo había desaparecido. Realizaron la lectura del procedimiento de SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE identificando que el humo procedía del sistema de aire acondicionado, concretamente del paquete n° 1, procediendo a aislarlo según indica dicho procedimiento.

Desde el primer momento del desvío el comandante determinó que iban a realizar un aterrizaje con sobrepeso. El hecho de haber despachado la aeronave con un FCMC con fallo imposibilitaba la posibilidad de aligerar el peso de la aeronave para el aterrizaje mediante un procedimiento de vaciado de combustible.

Inicialmente, la tripulación planteó hacer un circuito de espera sobre el punto inicial (IAF) de la aproximación al ILS de la pista 32R, TOBEK. Su intención era configurar la aeronave para el aterrizaje al mismo tiempo que se consumía una cantidad adicional de combustible. Finalmente, al llegar a ese punto con la aeronave configurada y habiendo comprobado que la pista disponible no le restringía la operación con el peso existente, la tripulación decidió no demorar más la aproximación y procedió directamente al tramo final de esta.

Al no tener limitación decidieron aterrizar con CONF FULL. Asimismo decidieron no hacer uso de la frenada automática con el fin de modular la misma utilizando toda la longitud de pista disponible para evitar, en lo posible, sobrecalentar los frenos.

Respecto al aterrizaje automático el fabricante de la aeronave indica que está certificada hasta el peso máximo al aterrizaje aunque ha efectuado vuelos de prueba en los que se ha realizado con éxito, con pesos hasta el máximo al despegue. Por lo tanto, en caso

de emergencia, y bajo la responsabilidad de la tripulación, se puede realizar un aterrizaje automático hasta ese rango de peso siempre que la pista esté aprobada para ello. Este hecho fue discutido por la tripulación.

El comandante se planteó esta opción ante la posibilidad de encontrarse una situación de viento cambiante durante la toma. Finalmente, al comprobar que no estaban siendo afectados por perturbaciones atmosféricas, decidieron hacer el aterrizaje en modo manual.

Si el peso de la aeronave excediera el máximo al aterrizaje por consideraciones estructurales es conveniente que la toma de tierra se realice con un régimen de descenso inferior a 360 ft/min. De la excedencia de esta limitación dependerá la acción de mantenimiento a tomar después del vuelo. El exceso de peso al aterrizaje junto con una posición del centro de gravedad inusual para las condiciones normales de toma de tierra hace que esta maniobra pueda ser complicada para ser realizada de forma manual. En este caso el comandante reconoce que el avión se le «desploma» realizando un régimen de descenso registrado en la toma de 540 ft/min. En estas condiciones de sobrepeso el aterrizaje se puede considerar como duro.

Durante la maniobra de deceleración en pista la tripulación técnica detecta un olor que identifica como «de freno». La tripulación de cabina también lo detecta en su compartimento y lo comunica inmediatamente a la tripulación técnica por si debe tomar medidas adicionales.

Durante el rodaje, la temperatura de frenos alcanzó un valor de 430 °C. En sus manuales operacionales el fabricante de la aeronave no expresa un límite de temperatura de frenos para la maniobra de rodaje. Sólo expresa una limitación de 300 °C para el despegue. De cualquier forma el Servicio Contra Incendios acompañó el rodaje de la aeronave ante la posibilidad de un calentamiento excesivo de los frenos.

Respecto de la actuación del control de tránsito aéreo (ATC) cabe reseñar que dio prioridad al tráfico, permitiendo una rápida resolución de la emergencia. Ante la eventualidad de que la aeronave pudiera quedar bloqueada en la pista tras el aterrizaje con sobrepeso se revisó y preparó la pista paralela 32L que, en esa configuración del aeropuerto, no estaba en servicio.

De la resolución del incidente se valora lo siguiente:

- La rápida determinación de la tripulación técnica para solicitar desvío y usar sus máscaras de oxígeno ante la aparición de humo en cabina.
- La integración de toda la tripulación técnica, incluyendo la tripulación de relevo, en la resolución de la emergencia.
- La decisión de la tripulación de aterrizar lo antes posible, reduciendo la posibilidad de que se presentase una nueva situación anormal.

- La meticulosa lectura de todas las listas normales y anormales aplicables.
- La estandarización de la operación en el uso de procedimientos y llamadas (call out).
- La excelente coordinación con la tripulación auxiliar que facilitó información en todo momento de la situación de la cabina de pasaje preparándola para cualquier eventualidad con mucha anticipación a la maniobra de aterrizaje.
- La actuación de ATC facilitando prioridad a la aeronave del incidente y anticipando una posible eventualidad, como el bloqueo de pista, que hubiera afectado la operatividad del aeropuerto de forma importante.

Se puede discutir la decisión del comandante, que optó por realizar la toma de forma manual en vez de automática, con el resultado de una excedencia en el régimen de descenso en la toma. El fabricante de la aeronave deja esta decisión a la potestad del comandante ya que, aunque indica que se han hecho vuelos de prueba con éxito en dichas condiciones, la maniobra de aterrizaje automática solo está certificada hasta pesos inferiores al máximo para el aterrizaje.

2.3. Aeronave

La avería que provocó el humo en la aeronave se relaciona con el aviso ECAM aparecido «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE».

El fabricante de la aeronave indica en sus manuales que, en caso de bloqueo de la máquina de ciclo de aire ACM, el paquete afectado puede ser operado en el modo de enfriamiento por el intercambiador de calor. El aire de sangrado pre-acondicionado entra a la vía de enfriamiento mediante la válvula de control de flujo y se dirige al intercambiador de aire primario. La válvula de no retorno del compresor (check valve) y la válvula de derivación («bypass») se abren solo permitiendo que el aire se enfríe en dicho intercambiador de aire. Este es el «BYPASS MODE» indicado en el ECAM y que realizó el paquete n.º 1 de modo automático y que aisló la máquina de ciclo de aire permitiendo la disipación del humo.

El bloqueo de la máquina de ciclo de aire reduce el flujo que se acondiciona, por lo que es normal que el comandante recibiese la indicación de bajo flujo (LOW) y decidiera seleccionar la opción del mismo en modo alto (HI).

De cualquier modo, las acciones a realizar de acuerdo con el procedimiento anormal SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE, aplicable en esta situación, llevaban a aislar el paquete afectado una vez se identificase que la fuente de humo era ese sistema de la aeronave.

Las acciones de mantenimiento posteriores determinaron que la máquina de ciclo de aire del paquete n.º 1 había sufrido daños que impedían su normal funcionamiento. Fue sustituida en la aeronave y enviada a taller para su reparación.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- La aeronave tenía unos certificados de matrícula y de aeronavegabilidad válidos y en vigor, y había sido mantenida de acuerdo con su programa de mantenimiento aprobado.
- Los tripulantes de la aeronave estaban adecuadamente calificados, experimentados y físicamente bien, y tenían sus licencias, habilitaciones y reconocimientos médicos en vigor.
- La meteorología existente no fue factor para la resolución del incidente.
- La aeronave fue despachada de acuerdo a la lista de equipo mínimo (MEL) con fallo en el FCMC n.º 2. Este fallo no influyó en el de la máquina de ciclo de aire, pero determinó la realización de un aterrizaje con sobrepeso.
- A los 22 minutos de vuelo, en ascenso a través de nivel de vuelo 260, la tripulación detectó humo en la cabina de la aeronave.
- La tripulación técnica hizo uso de las máscaras de oxígeno y requirió un desvío inmediato hacia el aeropuerto de origen, solicitando descenso.
- Las máscaras se utilizaron durante 5 minutos y 6 segundos, tiempo en el que determinaron que el humo se había disipado.
- Se recibió aviso ECAM «AIR PACK 1 REGULATOR FAULT. PACK 1 IN BYPASS MODE», que indicaban que la aeronave había aislado automáticamente la máquina de ciclo de aire del paquete n.º 1 de aire acondicionado pasando el aire de sangrado a ser refrigerado únicamente por los intercambiadores de calor. Esta acción permitió la desaparición del humo.
- La tripulación realizó todas las listas normales y anormales, correspondientes a presencia de humo en cabina y a aterrizaje con sobrepeso.
- Se realizó un aterrizaje con sobrepeso de forma manual, resultando con una excedencia sobre el máximo régimen de descenso permitido para un aterrizaje de estas características.
- Tras la carrera de aterrizaje, la aeronave realizó el rodaje al punto de estacionamiento asignado siendo acompañada en la maniobra por una unidad del Servicio de Extinción de Incendios del aeropuerto.
- La coordinación de la tripulación técnica y auxiliar fue excelente, manteniendo un contacto continuo que permitió al comandante valorar correctamente la situación.
- El control de tránsito aéreo ATC facilitó prioridad al tráfico y anticipó un posible bloqueo de la pista en servicio a causa del aterrizaje con sobrepeso de la aeronave del incidente.

3.2. Causas/factores contribuyentes

El incidente se produjo por un fallo de la máquina de ciclo de aire del paquete de aire acondicionado n.º 1, que provocó la generación de humo; este se extendió a las cabinas de vuelo y de pasaje a través de los conductos del sistema de aire acondicionado.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se han emitido recomendaciones de seguridad operacional como consecuencia de la investigación de este incidente.

