

CIAIAC

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

Informe técnico IN-030/2018

Incidente ocurrido el día
3 de julio de 2018, a la aeronave
Airbus A320-214, matrícula
EC-JFN, en el aeropuerto de
Madrid-Barajas Adolfo Suárez
(Madrid)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-22-016-2

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

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@mitma.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. 5.6 del Reglamento (UE) nº 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 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	4
Sinopsis	7
1. INFORMACIÓN FACTUAL	9
1.1. Antecedentes del vuelo	9
1.2. Lesiones personales	10
1.3. Daños a la aeronave.....	10
1.4. Otros daños.....	10
1.5. Información sobre el personal	10
1.6. Información sobre la aeronave	13
1.7. Información meteorológica.....	15
1.8. Ayudas para la navegación.....	16
1.9. Comunicaciones	17
1.10. Información de aeródromo.....	17
1.11. Registradores de vuelo	18
1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada.....	21
1.13. Información médica y patológica	21
1.14. Incendio	21
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	21
1.16. Ensayos e investigaciones.....	22
1.17. Información adicional.....	41
1.18. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	42
2. ANÁLISIS	43
2.1. Análisis de la situación meteorológica.....	43
2.2. Análisis del vuelo.....	43
2.3. Análisis de la gestión de la situación de emergencia	45
2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave y la producción del olor/humo en cabina	46
2.5. Análisis de los registros de vuelo.....	50
3. CONCLUSIONES	51
3.1. Constataciones	51
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	52
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	54
5. ANEXOS	55
5.1. Información específica de la aeronave relacionada con el incidente.....	55

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
%	Porcentaje
°C	Grado(s) centígrado(s)
A/C	Sistema de aire acondicionado
ACC	Centro de control de área o control de área
ACM	Máquina de ciclo de aire (<i>Air Cycle Machine</i>)
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFS	Servicio fijo aeronáutico
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
AMM	Manual de mantenimiento de la aeronave (<i>Aircraft Maintenance Manual</i>)
AOG	Avión en tierra (<i>Aircraft on ground</i>)
APP	Oficina de control de aproximación o servicio de control de aproximación
APU	Unidad de potencia auxiliar (<i>Auxiliary Power Unit</i>)
ATA	Asociación de transporte aéreo (<i>Air Transport Association</i>)
ATC	Control de tránsito aéreo
ATPL	Licencia de piloto de transporte de línea aérea
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CAMO	Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad
CAVOK	Visibilidad superior a 10 km y sin nubes por debajo de 1500 m (<i>Ceiling and visibility OK</i>)
CC	Tripulante/Tripulación de cabina (<i>Cabin Crew</i>)
CGA	Centro de Gestión Aeroportuaria
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CM1	Piloto sentado en el puesto de la izquierda
CM2	Piloto sentado en el puesto de la derecha
COS	Hoja de notificación de olor en cabina (<i>Cabin Odor Sheet</i>)
COSRS	Hoja informe de olor o humo en cabina (<i>Cabin Odor or Smoke reporting sheet</i>)
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CRM	Gestión de recursos de la tripulación (<i>Crew Resource Management</i>)
CVR	Registrador de voces de cabina (<i>Cockpit Voice Recorder</i>)
DAR	Registrador de acceso de datos (<i>Data Access Recorder</i>)
DMU	Unidad de gestión de datos (<i>Data Management Unit</i>)
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EBBR	Código OACI Aeropuerto de Bruselas (Bélgica)
ECAM	Monitor electrónico centralizado de la aeronave (<i>Electronic Centralized Aircraft Monitor</i>)
ECS	Sistema de control ambiental (<i>Environmental Control System</i>)
ECU	Unidad de control electrónica (<i>Electronic Control Unit</i>)
EDP	Bomba accionada por el motor (<i>Engine Driven Pump</i>)
EECU	Unidad electrónica de control de motor (<i>Electronic Engine Control Unit</i>)
FCOC	Enfriador de aceite por combustible (<i>Fuel Cooled Oil Cooler</i>)
FCOM	Manual de operaciones de la tripulación de vuelo (<i>Flight Crew Operating Manual</i>)
FCTM	Manual de formación de tripulación (<i>Flight Crew Training Manual</i>)
FCV	Válvula de control de flujo (<i>Flow Control Valve</i>)
FDR	Registrador de datos de vuelo (<i>Flight Data Recorder</i>)

FMGC	Ordenador guía para la gestión del vuelo (<i>Flight Management Guidance Computer</i>)
FOD	Daños por objetos extraños (<i>Foreign Object Damage</i>)
ft	Pie(s) (<i>feet</i>)
h	Hora(s)
HEPA	Filtro de aire de alta eficiencia (<i>High Efficiency Particulate Air</i>)
HP	Presión alta (<i>High Pressure</i>)
hPa	Hectopascal(es)
HPV	Válvula de alta presión (<i>High pressure valve</i>)
IDG	Generador de arrastre integrado (<i>Integrated Drive Generator</i>)
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IP	Presión intermedia (<i>Intermediate Pressure</i>)
IR(A)	Habilitación Instrumental de avión
QAR	Registrador de acceso rápido (<i>Quick Access Recorder</i>)
kg	Kilogramo(s)
kg/seg	Kilogramo(s)/segundo
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LCL	Local
LECM	Madrid FIC/ACC
LEMD	Código OACI Aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez
LIFUS	Línea de vuelo bajo supervisión (<i>Line Flying Under Supervision</i>)
LPC	Prueba de verificación de competencias de habilitación de tipo
m	Metro(s)
mm	Milímetro(s)
m/s	Metro(s)/segundo
m ²	Metro(s) cuadrados
MAREP	Informe técnico de actuaciones del personal de mantenimiento (<i>Maintenance Report</i>)
MEA	Altitud mínima en ruta (<i>Minimum en-route altitude</i>)
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MO	Manual de Operaciones
MPD	Documento de planificación de mantenimiento (<i>Maintenance Planning Document</i>)
MPL	Lista de piezas faltantes (<i>Missing Part List</i>)
n/s	Número de Serie
N1	Velocidad del compresor de baja presión
N2	Velocidad del compresor de alta presión
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCC	Curso de conversión al operador (<i>Operator Conversion Course</i>)
OEB	Boletines de ingeniería operacional (<i>Operations Engineering Bulletins</i>)
OPC	Prueba de verificación de competencias operacionales
p/n	Número de pieza (<i>Part Number</i>)
PBE	Equipo de protección respiratoria (<i>Protection Breathing Equipment</i>)
PCMCIA	Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Computadoras Personales (<i>Personal Computer Memory Card International Association</i>)
PF	Piloto a los mandos (<i>Pilot Flying</i>)

Informe técnico IN-030/2018

PIREP	Informe técnico del piloto al mando (<i>Pilot Report</i>)
PM	Piloto no al mando (<i>Pilot Monitoring</i>)
PPL (A)	Licencia de piloto privado de avión
PRV	Válvula reguladora de presión (<i>Pressure regulating valve</i>)
psi	Libra de fuerza por pulgada cuadrada
PTU	Unidad de transferencia de potencia (<i>Power Transfer Unit</i>)
PV	Plan de vuelo
QNH	Reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar
QRH	Manual de referencia rápida (<i>Quick Reference Handbook</i>)
RAT	Turbina de aire de impacto (<i>Ram Air Turbine</i>)
RWY	Pista (<i>Runway</i>)
s	Segundo(s)
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
SFE	Examinador de vuelo en simulador (<i>Simulator Flying Examiner</i>)
SIB	Boletín de Información de Seguridad (<i>Safety Information Bulletin</i>)
SOF	Olor humo (<i>Smell Odor Fumes</i>)
TAF	Pronóstico de aeródromo
TCP	Tripulante de Cabina de Pasajeros
TCPV	Tratamiento central de planes de vuelo
TLPV	Tratamiento local de planes de vuelo
TMA	Área de control terminal
TMA	Técnico de mantenimiento de aeronaves
TSM	Manual de resolución de problemas (<i>Troubleshooting Manual</i>)
TWR	Torre de control de aeródromo o control de aeródromo
UE	Unión Europea
UTC	Tiempo universal coordinado

Sinopsis

Propietario/Operador:	Iberia L.a.e., S.A.
Aeronave:	Airbus A320-214, matrícula EC-JFN, n/s: 2391
Fecha y hora del incidente:	Martes 3 de julio de 2018 14:43 UTC ¹
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Madrid- Barajas Adolfo Suárez (LEMD) - Madrid
Personas a bordo:	6 tripulantes y 168 pasajeros, ilesos
Tipo de vuelo:	Transporte aéreo comercial–Regular–Internacional–Pasajeros
Fase de vuelo:	En ascenso
Reglas de vuelo:	IFR
Fecha de aprobación:	25 de noviembre de 2020

Resumen del suceso

El martes 3 de julio de 2018, la aeronave Airbus A320-200, matrícula EC-JFN, inició el vuelo IBE-3214, con destino Bruselas (Bélgica), despegando del aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez – LEMD (Madrid).

Durante el ascenso, al alcanzar los 3500 pies, la tripulación de vuelo percibió un olor intenso a quemado constatando la aparición de humo en la cabina de mando, procedente de las salidas del aire acondicionado. El comandante declaró emergencia y solicitó el retorno al aeropuerto de origen.

Desde la cabina de pasajeros se comunicó así mismo la presencia de humo y el comandante de la aeronave instruyó la utilización de las máscaras de oxígeno.

Autorizado el regreso a LEMD, el aterrizaje se realizó sin incidencias, habiéndose disipado el humo totalmente de la aeronave, aunque persistiendo el olor a quemado.

Durante la espera en plataforma para proceder al desembarque, un técnico de mantenimiento comprobó e informó al comandante de la aeronave, que había detectado una pérdida evidente de líquido hidráulico en uno de los motores.

Tanto la tripulación como los pasajeros resultaron ilesos, y la aeronave no sufrió daños a consecuencia del suceso.

¹ Las horas citadas son UTC. La hora local se puede calcular agregando dos unidades a la UTC.

La investigación ha determinado como probable causa del incidente, la propagación de humo en las cabinas de la aeronave a través de las salidas de aire acondicionado como consecuencia de la contaminación del aire de sangrado del motor 1 por una práctica de mantenimiento inadecuada.

El aire fue probablemente contaminado por residuos de grasas, aceites y restos de aves quemados durante el funcionamiento normal del motor, no eliminados por las correspondientes prácticas de mantenimiento tras evidenciar la ingestión de aves en el vuelo precedente, y de fugas de aceite producidas durante una actuación previa de mantenimiento.

El informe contiene tres recomendaciones de seguridad dirigidas al responsable del mantenimiento de la aeronave y operador, y una al fabricante de la aeronave, para que, respectivamente, implementen buenas prácticas en sus procedimientos de mantenimiento, aseguren la formación continuada de su tripulación y la fiabilidad de la decodificación de los registros de vuelo; y suplementen los manuales de mantenimiento de la aeronave y de resolución de problemas con tareas adicionales que disminuyan el riesgo de eventos de humo en cabina durante el vuelo.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El 3 de julio de 2018, la aeronave Airbus A320-214, operada por Iberia L.a.e.S.A., con matrícula EC-JFN e indicativo de vuelo IBE3214, con hora de salida del aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez – LEMD a las 14:06 UTC, se dirigía con destino al aeropuerto de Bruselas (Bélgica) - EBBR con 174 personas a bordo. Era el primer vuelo realizado desde la sustitución del motor nº 2 como consecuencia de la ingestión de aves en ambas turbinas.

La tripulación de vuelo estaba compuesta por un comandante verificador/capacitador y un copiloto en la fase de supervisión en línea LIFUS².

La aeronave despegó con normalidad desde LEMD por la pista 14L a las 14:27:39 UTC. Cuando estaba a unos 3500 ft, durante el ascenso, al conectar el pack 1³, comenzó a entrar humo en la cabina de mando procedente de las salidas de aire acondicionado, que rápidamente fue haciéndose más denso.

El comandante que hasta el momento se encontraba ejerciendo la función de PM⁴ monitorizando el vuelo, decidió tomar el control del avión pasando a la función de PF⁵ y traspasar las comunicaciones al copiloto ordenándole el uso de las máscaras de oxígeno y pidiéndole el correspondiente procedimiento QRH “SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE”.

El humo comenzó a entrar en la cabina de pasajeros y a las 14:30:11 UTC la tripulación decidió declarar emergencia (MAYDAY⁶). Tras nivelar el avión a unos 7000 ft, y tras las correspondientes autorizaciones ATC, la aeronave comenzó el retorno a LEMD. El copiloto había iniciado el procedimiento QRH, pero transcurridos unos tres minutos desde su aparición en cabina, el humo empezó a disiparse. Por ello los pilotos se quitaron las mascarillas de oxígeno y se centraron en aterrizar el avión, abandonando el procedimiento QRH. Descendieron a 5000 ft virando a final e interceptando el ILS 18R, aterrizando sin incidencias adicionales, 17 minutos después del despegue.

La tripulación de la cabina de pasajeros sin llegar a utilizar las capuchas antihumo, comunicaron con el comandante y con los pasajeros, para preparar un aterrizaje de precaución⁷.

² LIFUS: *Line flying under supervision* o vuelo en línea bajo supervisión es la parte del curso de conversión del operador de acuerdo con las reglas de implementación de la operación aérea.

³ Pack: conjunto de componentes del sistema de aire acondicionado donde el aire es enfriado. El sistema dispone de dos packs instalados.

⁴ PM: *Pilot Monitoring*, es el piloto que asume la función de monitorizar las acciones de gestión del vuelo con tareas tales como comunicaciones y lectura de listas de verificación para la verificación cruzada de las acciones del PF.

⁵ PF: *Pilot Flying*, es el piloto que asume las funciones de pilotaje de la aeronave mediante los mandos de control del avión.

⁶ MAYDAY: la llamada de tres repeticiones indica un peligro inminente para la vida o para la viabilidad de la propia nave

⁷ Aterrizaje de precaución (*Precautionary Landing*): aterrizaje realizado cuando no hay un inmediato peligro para la

Con la emergencia ya cancelada, la aeronave abandonó la pista dirigiéndose a un estacionamiento remoto⁸ donde los pasajeros desembarcaron con normalidad tras veinte minutos de espera hasta la llegada de las escaleras y las jardineras necesarias.

Ni la tripulación ni los pasajeros precisaron asistencia médica tras el incidente.

La aeronave no sufrió ningún daño como consecuencia del evento y estuvo operativa dos días después del suceso, el 05/07/2018.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	6	168	174	
Total	6	168	174	

1.3. Daños a la aeronave

La aeronave no sufrió daños a consecuencia del incidente.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños a terceros.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Tripulación técnica

1.5.1.1. Comandante

El comandante, de nacionalidad española, de 44 años de edad, tenía licencia de piloto de transporte de línea aérea para avión, ATPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 12/12/2003 con las siguientes habilitaciones:

aeronave, pero se considera más conveniente aterrizar que seguir volando. Es un aterrizaje lo suficientemente urgente como para declarar PAN PAN, a diferencia de un "aterrizaje de emergencia" donde sí existe un riesgo para la aeronave y su contenido, y que requiere la declaración de MAYDAY, donde el comandante comunica al sobrecargo la situación y sus intenciones con objeto de que los pasajeros sean convenientemente informados.

En el caso del operador del suceso, en su *Manual de Operaciones*, parte B, define el Aterrizaje Precautorio como el que se va a realizar en la pista de un aeropuerto y (en función del desarrollo de los acontecimientos) cabe la posibilidad de tener que efectuar una evacuación o desalojo de emergencia del avión, siempre que tal posibilidad no se haya materializado en forma de necesidad o decisión firme del comandante del avión. La tripulación de cabina deberá efectuar una revisión detallada del estado de la cabina previamente al aterrizaje y estar prevenida para efectuar una posible evacuación del pasaje.

⁸ Estacionamiento remoto: estacionamiento aeroportuario previsto para la estancia de aeronaves por largos períodos de tiempo.

- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), y
- Habilitación de tipo para el avión AIRBUS A-320, válidas ambas hasta el 31/05/2019.

Adicionalmente disponía de la licencia de piloto privado, PPL(A) emitida el 16/12/1993 y la licencia de piloto comercial, CPL(A), emitida el 06/03/1995.

Su experiencia total era de 14571,39 horas de vuelo y de ellas, 3634,07 horas en el tipo de aeronave del incidente.

De la experiencia total de vuelo, 10759,37 horas fueron como copiloto y 3422,02 horas como comandante.

De las horas totales de vuelo en A320, 212,05 horas fueron como copiloto y 3422,02 horas como comandante.

Llevaba más de 21 años en la compañía.

En cuanto a la actividad desarrollada recientemente, la información era la siguiente:

- en los últimos noventa días había volado: 207,92 h
- en los últimos treinta días: 51,78 h
- y en la últimas 24 h: 5,62 h
- el descanso previo al vuelo fue de 13:34 h, siendo el vuelo anterior al incidente, un vuelo desde el aeropuerto de París-Orly al Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

El último CRM realizado fue el 06/05/2016. Aunque los requerimientos del operador según su MO establecían la realización de cursos CRM bianualmente, en este caso particular en el programa de gestión de cursos se puso una caducidad de tres años por error.

Tanto la última prueba de verificación de competencias de la habilitación de tipo (LPC) como la última de verificación de competencias operacionales (OPC) eran de fecha 20/04/2018.

De acuerdo a los registros presentados por el operador, su historial de cursos de acuerdo al reglamento UE 965/2012 se encontraba al día, incluyendo el curso de equipamiento de emergencia y seguridad.

El certificado de Nivel de Competencia Lingüística se encontraba en vigor certificando el nivel 6 en idioma inglés.

En cuanto al certificado médico para las clases 1 y 2 se encontraba en vigor hasta el 27/11/2018 y para LAPL, hasta el 27/11/2019.

Desde el 01/03/2016 ejerció funciones de verificador/capacitador de la flota A320, con un total de 1341,01 horas de vuelo.

El comandante no disponía de experiencia de vuelo previa con el copiloto del vuelo del incidente hasta el *pairing*⁹ iniciado el día 01/07/2018.

No obstante, como capacitador del copiloto en el vuelo del suceso, era conocedor del desarrollo de su fase LIFUS y de su actuación durante los dos días previos en los que habían volado juntos en seis sectores.

1.5.1.2. Copiloto

El copiloto, de nacionalidad española, de 21 años de edad, tenía licencia de piloto comercial para avión, CPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 03/03/2017 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta el 28/02/2019
- MEP (*Land*) válida hasta el 31/03/2018
- SEP (*Land*) válida hasta el 31/03/2019
- Habilitación de tipo para el avión AIRBUS A-320, válida hasta el 28/02/2019

Su experiencia total era de 562,81 horas de vuelo, y de ellas 261,13 horas en el tipo de aeronave del incidente y realizando funciones de copiloto.

Su incorporación en la compañía había sido reciente, el 26/02/2018.

En cuanto a la actividad desarrollada recientemente, la información era la siguiente:

- en los últimos noventa días había volado: 208,4 h
- en los últimos treinta días: 44,23 h
- y en la últimas 24 h: 5,62 h
- el descanso previo al vuelo fue de 13:34 h, siendo el vuelo anterior al incidente, un vuelo desde el aeropuerto de París-Orly al Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

El último CRM realizado fue el 06/03/2018.

La prueba de verificación de competencias de la habilitación de tipo (LPC) era de fecha 20/02/2018 y la de verificación de competencias operacionales (OPC) de fecha 19/03/2018.

Tras el vuelo en el que ocurrió el evento de humo, el copiloto realizó una línea más tras lo cual abandonó la compañía.

⁹ *Pairing*: emparejamiento de tripulantes de vuelo.

El copiloto no disponía de experiencia de vuelo previa con el comandante del vuelo del incidente hasta el *pairing* iniciado el día 01/07/2018.

El certificado de Nivel de Competencia Lingüística se encontraba en vigor, certificando el nivel 6 en idioma inglés.

En cuanto al certificado médico para la clase 1, se encontraba en vigor hasta el 06/10/2018, para la clase 2 hasta el 06/10/2022, y para LAPL hasta el 06/10/2022.

1.5.2. Tripulación de cabina de pasajeros

La tripulación de cabina estaba compuesta por un sobrecargo y tres TCPs.

El sobrecargo, de 47 años de edad, tenía certificado de Tripulante de Cabina de Pasajeros vigente expedido el 17/04/2013, así como certificado médico clase CC (*Cabin Crew*) en vigor hasta el 29/03/2019. Tenía una experiencia de 13470 horas de vuelo, de las cuales 1459 horas eran como sobrecargo en la flota A-320.

En cuanto a los tres componentes restantes de la tripulación, TCPs, poseían certificados de Tripulante de Cabina de Pasajeros y certificados médicos, válidos y en vigor en la fecha del incidente.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave AIRBUS A320-214 matrícula EC-JFN fue fabricada en 2005 con número de serie 2391 y llevaba instalados dos motores tipo CFM-56-5B4/P con números de serie 577164, el motor 1 y 577627, el motor 2.

La aeronave acumulaba 31288:51 horas de vuelo y 22385 ciclos, mientras que los motores acumulaban 33646 horas de vuelo y 19130 ciclos el motor 1, y 30073 horas de vuelo y 19907 ciclos, el motor 2.

La aeronave operada por IBERIA LÍNEAS AÉREAS DE ESPAÑA S.A. OPERADORA disponía de certificado de operador aéreo vigente para Transporte aéreo comercial de pasajeros y mercancías.

La aeronave disponía de una licencia de estación de fecha 20/03/2015 en vigor, y un certificado de niveles de ruido emitido el 07/09/2010.

1.6.2. Registros de mantenimiento

El mantenimiento era gestionado por una organización aprobada por AESA, como organización de Gestión del Mantenimiento de la Aeronavegabilidad (CAMO) y realizado por una organización de mantenimiento con aprobación EASA según el Anexo II (Parte 145) del Reglamento (UE) N° 1321/2014. Entre otros tipos de aeronaves, la organización estaba autorizada a realizar las revisiones correspondientes al mantenimiento en línea y en base de las aeronaves AIRBUS A320, y de los motores de turbina CFM56-5B SERIES.

El programa de mantenimiento aprobado por la autoridad, en vigor en el momento del suceso para las flotas A319/A320/A321, era el *Maintenance Programme* #: AMP-IBE-A32X Rev. 43 TR05, del 26/06/2018. En su alcance se incluía la aeronave del incidente, matrícula EC-JFN, n/s: 2391 identificada como tipo AIRBUS A320-200 (Especificación: B).

Se ha investigado el historial de revisiones de mantenimiento llevadas a cabo en la aeronave durante los 18 meses previos al incidente. Se destacan las siguientes revisiones con carácter general, las cuales se completaron satisfactoriamente:

- Revisión tipo A1 del 05/05/2018 al 08/05/2018 con certificado de aptitud para el servicio del 05/05/2018 cuando la aeronave contaba con 30849:02 horas de vuelo y 22083 ciclos. Estas revisiones son realizadas cada 750 horas de vuelo, 750 ciclos de vuelo o cuatro meses.
- Revisión tipo D del 03/03/17: cuando la aeronave contaba con 27772 horas de vuelo y 19980 ciclos. Este tipo de revisión, es la más completa y exigente que se realiza a la aeronave cada seis años. Además, esta revisión se realizó conjuntamente con la de tipo E, cada doce años.

Con carácter particular aquellas revisiones en las que se llevaron a cabo acciones específicas relacionadas con el incidente, concretamente con el sistema de aire acondicionado (ATA 21) fueron:

- En la revisión A1: se actuó sobre el ATA 21 particularmente en el sistema de ventilación del equipo de aviónica, de los aseos y del *galley*¹⁰. También se revisó de forma general el sistema hidráulico, ATA 29, en particular el hidráulico relacionado con el tren de aterrizaje.
- En la revisión D se han identificado tareas rutinarias sobre el ATA 21 del sistema de aire acondicionado que pueden estar relacionadas con el incidente tales como: inspecciones visuales generales del sistema de recirculación de aire, de los filtros; comprobaciones operacionales de la ventilación y extracción del circuito de control de la configuración de humo; instalación de abrazaderas y fuelles en la salida de los packs y, entre las válvulas *by-pass* y la unidad mezcladora del sistema de aire acondicionado.

¹⁰ *Galley*: compartimentos de la aeronave donde la comida es preparada.

Dentro de las sustituciones de componentes planificadas de acuerdo al MPD¹¹ aplicable, en esta revisión del ATA 21 se cambiaron los intercambiadores de calor principal y primario, los condensadores y el ventilador del compartimento de aviónica. En cuanto a los componentes no planificados se repararon las cámaras *air plenum* de ambos *packs* 1 y 2.

Adicionalmente se encontraron los siguientes hallazgos relacionados con el ATA 21 en las inspecciones programadas:

- Recalentador (*reheater*): del paquete de aire acondicionado *pack* 1, estaba inservible.
- El conducto de ventilación del compartimento de aviónica delantero se encontraba en mal estado.

Los componentes correspondientes fueron sustituidos.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con número de serie 2391 y matrícula EC-JFN según registro de matrículas activas de AESA, fue matriculada el 13/07/2005, con número de registro 7267. En el certificado de matrícula figuraba como estacionamiento habitual el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

En el momento del incidente contaba con el correspondiente certificado de aeronavegabilidad expedido por AESA el 26/05/2011, siendo su certificado de revisión de la aeronavegabilidad válido hasta el 10/04/2019.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Situación general

Los máximos de viento del suroeste afectaban a la Península y Baleares. En niveles bajos, había un anticiclón atlántico centrado al oeste de Azores y que se extendía hasta la mitad occidental peninsular y Canarias. Había bajas presiones relativas sobre el litoral mediterráneo y el valle del Ebro. Nubosidad de evolución, en la mitad norte peninsular; comenzaba a desarrollarse la convección en el Bajo Aragón de Teruel. Las temperaturas alcanzaron los 34°C en el Valle del Ebro, en el interior de las provincias mediterráneas y en Baleares.

1.7.2. Situación en la zona del accidente

En los registros del aeropuerto de Barajas se recogen los siguientes METAR en torno a la hora del incidente:

¹¹ MPD: *Maintenance Planning Document*, documento de planificación de mantenimiento proporcionado por el fabricante de la aeronave que incluye las tareas repetitivas necesarias para su mantenimiento.

METAR LEMD 031300Z 25005KT 190V330 9999 FEW058 29/10 Q1017 NOSIG=

METAR LEMD 031330Z 21007KT 170V340 9999 FEW058 30/10 Q1017 NOSIG=

METAR LEMD 031400Z VRB06KT 9999 FEW080 30/09 Q1017 NOSIG=

METAR LEMD 031430Z 22007G23KT 130V300 CAVOK 30/08 Q1017 NOSIG=

METAR LEMD 031500Z 21004G17KT CAVOK 30/07 Q1016 NOSIG=

(Condiciones descritas por el METAR de las 14:30 y las 15:00 h en el aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez: viento entre 23 y 17 kt, temperatura 30°C, alta visibilidad, punto de rocío entre 8 y 7 °C y un QNH entre 1017 y 1016 hPa.)

Y el TAF previsto era:

TAF LEMD 031100Z 0312/0418 22010KT CAVOK TX33/0316Z TN16/0406Z TEMPO 0312/0320 21010G20KT PROB30 TEMPO 0312/0319 FEW040TCU BECMG 0318/0320 VRB05KT BECMG 0409/0411 23012KT TEMPO 0412/0418 23015G27KT=

Las imágenes de teledetección y estos registros nos permiten afirmar que no había actividad convectiva, ni nubosidad significativa, ni reducción de visibilidad en el momento del incidente. El único parámetro significativo fue el viento que soplaba con intensidad moderada del suroeste, llegando a alcanzar valores por encima de los 20 kt, aunque oscilando en dirección de sureste a noroeste.

1.8. Ayudas para la navegación

Tras ocurrir el incidente de la aparición del humo en cabina y declarar MAYDAY, el retorno al aeropuerto LEMD, la aproximación y el aterrizaje se realizaron bajo la coordinación de los servicios ATC, ACC y la torre de control, coordinados con AFS y con contacto RADAR, que facilitaron las maniobras con las mínimas comunicaciones posibles. Se autorizó hacer la aproximación a la pista 18R sin restricción, completándola sin problema.

Todas las ayudas requeridas para su maniobra estaban operativas el día del incidente. El vuelo se desarrolló bajo reglas de vuelo instrumental (IFR).

La traza RADAR proporcionada por el sistema Palestra¹² muestra la trayectoria de la aeronave y su retorno y descenso tras declarar MAYDAY. Cuando se encontraba en ascenso al alcanzar el nivel 67 comenzó el descenso hasta el nivel 19. La información PV Radar de Palestra, confirmó que el despegue se produjo a las 14:27 desde LEMD-14R y el aterrizaje a las 14:43 por la LEMD-18R. El TLPV y TCPV proporcionó una información coherente con lo expuesto sin reseñar ninguna información de interés para el incidente.

¹² Sistema Palestra: registro automatizado de los servicios de control aéreo

1.9. Comunicaciones

La transcripción de la lectura de cintas de la TWR en las diversas frecuencias confirma los informes ejecutivos.

Desde el TMA 11 la comunicación a las 14:30:11 fue de MAYDAY por humo en cabina solicitando vectores para volver cuanto antes a la pista 18L. En contacto RADAR se indicó a la aeronave que volara a su discreción hacia la pista 18L a lo que se contestó que viraba hacia la derecha para viento en cola hacia la pista 18L, mantenimiento 7000 ft de altura. Indicando que la aeronave del incidente iba a entrar por la pista 18R se pararon los despegues. La torre de control finalizó la comunicación indicando que estaban paradas las dos pistas.

Según la transcripción de las comunicaciones desde el TMA 5, a las 14:33:11 se informó de situación PAN PAN¹³ por humo en cabina. Desde Control se indicó a la aeronave si podía mantener los 9000 ft, solicitando desde la aeronave 7000 ft, confirmando la aceptación de esta altitud. A los 5000 ft se confirmó el viraje hacia la derecha y libre de otros tráficos se autorizó la aproximación a la pista 18R, realizando el aterrizaje sin novedad.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Madrid-Barajas Adolfo Suárez (con código OACI LEMD) pertenece a la red de aeropuertos nacionales gestionado por la empresa AENA. Se encuentra a 13 km al noreste de la ciudad de Madrid. Su elevación es de 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.

Dispone de cuatro pistas asfaltadas: 14L/32R, 14R/32L, 18L/36R y 18R/36L. De tal forma, que las configuraciones publicadas en el AIP son:

- Entre las 07:00 h y las 23:00 h:
 - Preferente: Configuración Norte
Llegadas: 32L/32R
Salidas: 36L/36R
 - No preferente: Configuración Sur
Llegadas: 18L/18R
Salidas: 14L/14R
- Entre las 23:00 h y las 07:00 h:
 - Preferente: Configuración Norte
Llegadas: 32R
Salidas: 36L

¹³ PAN PAN: la llamada de tres repeticiones indica una situación de urgencia que no implica peligro inmediato para las personas ni para la aeronave

- o No preferente: Configuración Sur
Llegadas: 18L
Salidas: 14L

Las configuraciones preferentes se mantienen hasta componentes del viento, incluidas ráfagas, de 10 kt en cola y/o 20 kt cruzado, salvo por razones de seguridad, inoperatividad de alguna pista o ayuda a la navegación aérea que inutilice alguna de las salidas y llegadas normalizadas por instrumentos aprobadas, o cuando estén previstas o se produzcan algunas de las siguientes condiciones meteorológicas:

- estado de la superficie de la pista negativamente afectada y/o con acción de frenado inferior a buena,
- techo de nubes inferior a 500 ft sobre elevación del aeródromo,
- visibilidad inferior a 1,9 km,
- cizalladura notificada o pronosticada o tormentas en la aproximación o en la salida,
- otras condiciones meteorológicas que lo impidan.

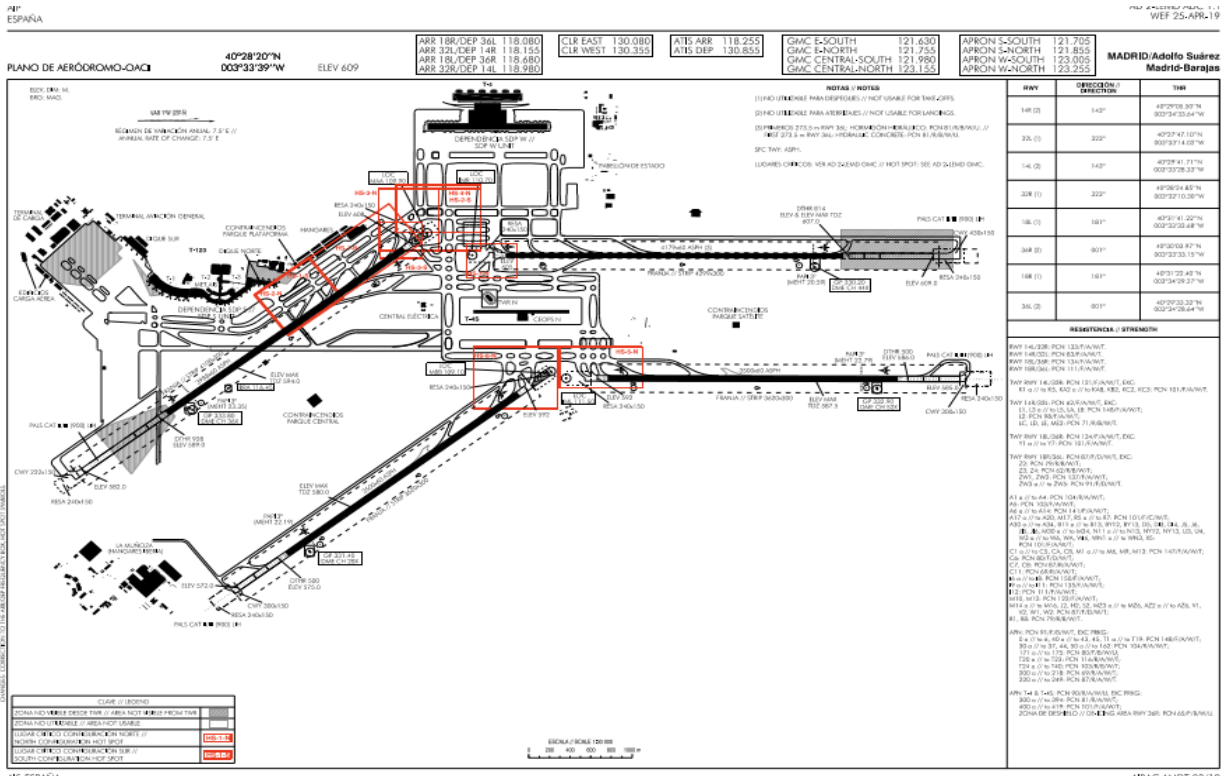


Figura 1: Plano del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave Airbus A320-214 estaba equipada con un registrador de voces de cabina (CVR) y un registrador de datos de vuelo (FDR).

La información referente al registrador de datos de vuelo se obtuvo del DAR, dado que cuando la CIAIAC tuvo conocimiento del accidente ya no era posible contar con el propio registrador. Por el mismo motivo no se pudo obtener información del registrador de voces en cabina.

Tanto el operador como el fabricante de la aeronave, con los datos DAR y el *dataframe* disponibles proporcionaron los siguientes hitos del vuelo¹⁴:

- 14:11:12 UTC: aeronave parada (GS = 0kt) en LEMD con rumbo 360°.
 - APU encendida (ON), válvula de sangrado de APU y válvula de alimentación neumática cruzada abiertas.
 - Motor 2 (derecho) encendido con N1 A estable entorno al 20%.
 - A continuación se encendió el motor 1 (izquierdo).
 - Palancas de empuje en posición IDLE.

Durante ese tiempo la configuración del panel neumático y del aire acondicionado fue la siguiente:

Parámetro	Estado	Situación
ENG 1 BLEED P/B	ON	Permanecieron en ON durante todo el vuelo
ENG 2 BLEED P/B	ON	
APU BLEED P/B	ON	-
HOT AIR P/B	ON	Permanecieron en ON durante todo el vuelo
PACK 1 P/B	ON	-
PACK 2 P/B	OFF	-
RAM AIR P/B	ON	Permanecieron en ON durante todo el vuelo

No se registraron avisos de humo durante todo el vuelo (aviónica / lavabos / bodega).
No se registraron avisos de humo en los conductos de ventilación de los sistemas de aviónica durante todo el vuelo (no se registró la activación de las luces de los BLOWER P/B y EXTRACT P/B),
No hubo avisos de baja presión del sistema hidráulico durante todo el vuelo.

- 14:11:52 UTC: Se desconectaron el encendido general de la APU y la válvula de sangrado del APU.
En los 10 s siguientes se activó el pack 2 (ON) y se desactivó el pack 1 (OFF).

¹⁴ Se hace notar que la precisión de los datos y los Booleanos registrados no pueden ser garantizados, por ejemplo, la selección de la página ECAM no se registró correctamente.

- 14:14:13 UTC: la aeronave comenzó a rodar.
- 14:16:20 UTC: mientras el avión rodaba se activó el *pack 1* (ON).
- 14:25:30 UTC: el *pack 1* y el *pack 2* se desactivaron (OFF). Este último se mantuvo así hasta el final del vuelo.
- 14:26:46 UTC: aeronave en cabecera de la pista 14R alineada con el eje de pista (rumbo 144°).

Directores de vuelo (FD) activados, peso de la aeronave de 65,7 Tm inferior a MTOW y CG de 28,1%.

- 14:27:00 UTC: la aeronave comenzó la carrera de despegue.
- 14:27:39 UTC: la aeronave despegó.
- 14:28:30 UTC: cuando la aeronave alcanzó los 3760 ft QNH, se activó el *pack 1* (ON) y permaneció activado hasta el final del vuelo.
- 14:29:18 UTC: al alcanzar los 5300 ft QNH, el aviso *Master Caution* se activó durante 3".
- 14:29:26 UTC: al alcanzar los 5400 ft QNH, se activó el piloto automático del copiloto (AP2) en los modos de ascenso y navegación (CLB / NAV).
- 14:30:01 UTC: al alcanzar los 5900 ft QNH se cambió el modo de velocidad a velocidad seleccionada en CAS de 221 kt.
- 14:30:03 UTC: la altitud seleccionada (SALTFCU) se redujo de 24000 ft a 7000 ft y 7" después los modos del piloto automático cambiaron a captura de altitud (ALT* / NAV) y el modo del sistema de empuje automático (A/THR) cambió de modo THRUST a modo SPEED.
- 14:30:43 UTC: el avión niveló su altitud a 7000 ft QNH.
- 14:30:49 UTC: se inició el regreso.
- 14:32:11 UTC: la altitud seleccionada (SALTFCU) se cambió de 7000 ft a 5000 ft y se seleccionó una velocidad vertical de descenso (SVS) de 450 ft/min en ese momento la aeronave comenzó a descender y el modo del piloto automático (AP) cambió de guiado por altitud (ALT / HDG) al de guiado por velocidad de descenso (V/S / HDG).
- 14:39:18 UTC: el avión inició el descenso final. Al encontrarse a 4920 ft QNH se realizó el viraje final a la derecha para alinearse con la pista 18R de LEMD. El piloto automático de la posición del comandante (AP1) estaba activado en modo dual (dual AP).
- 14:42:10 UTC: a 1200 ft de radio altímetro, el sistema de empuje automático (A/THR) fue desconectado.
- 14:42:14 UTC: el aviso del *Master Caution* se activó durante de 9".
- 14:42:18 UTC: a 1150 ft de radio altímetro, se desconectaron los dos pilotos automáticos. Se activó el aviso del *Master Warning* durante 2". En ese momento el piloto a los mandos era el comandante.
- 14:43:44 UTC: la aeronave tomó tierra por la pista 18R, con peso de 64,9 Tm, superior en 0,4 Tm al peso máximo para el aterrizaje (MLW).
- 14:47:20 UTC: fin de la grabación.

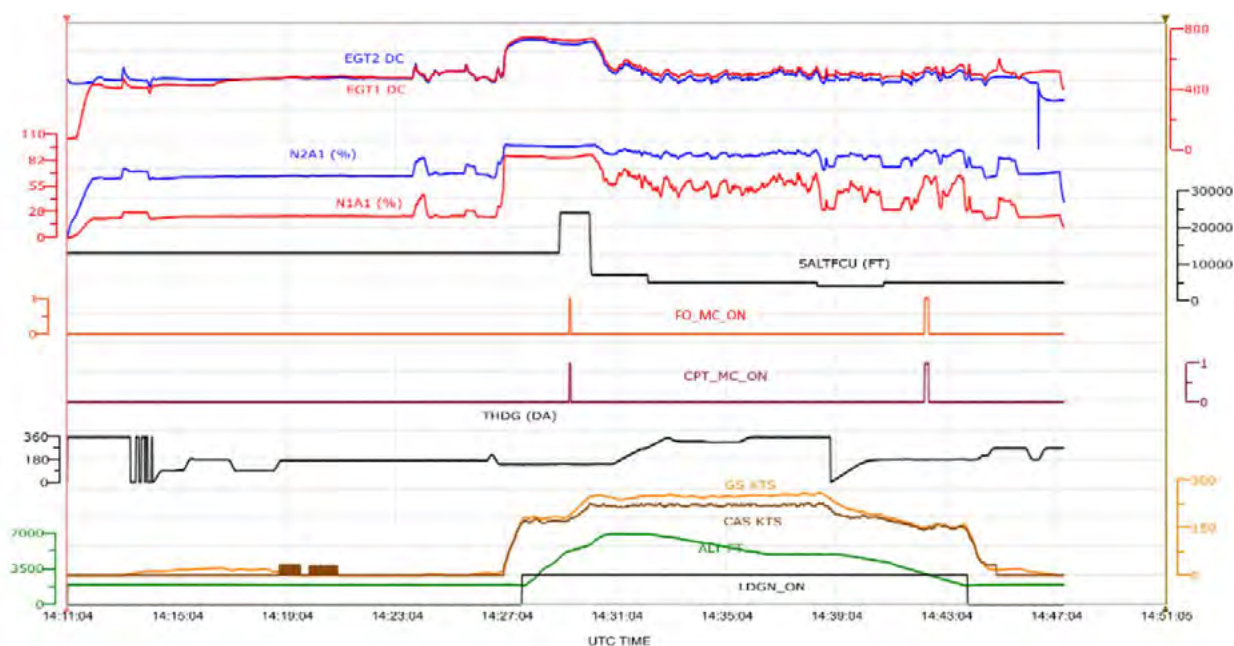


Figura 2: Registros del FDR de la aeronave durante el vuelo

1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada

La aeronave aterrizó sin que se produjeran daños, pero tras el vuelo el personal de mantenimiento de la operadora, detectó una fuga de líquido hidráulico en el motor 2, en concreto a través del eje de la bomba hidráulica alojada en la caja de accesorios del motor, en la parte inferior del mismo.

Tras cambiarse dicha bomba y probarse en tierra su funcionamiento se volvió a romper, volviendo a ser sustituida.

1.13. Información médica y patológica

No hubo lesiones a las personas, aparte de cierto malestar en el aparato respiratorio por inspiración del humo reportado por la tripulación.

Ningún miembro de la tripulación necesitó tratamiento médico, pero ninguno continuó volando ese día tras el incidente.

1.14. Incendio

No aplicable.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Información aportada por la tripulación de la aeronave

1.16.1.1. Información aportada por el comandante de vuelo

Antes del vuelo, se notificó a la tripulación que el avión provenía de los hangares para realizar su primer vuelo tras una intervención importante de mantenimiento, dado que el día anterior la aeronave había sufrido la ingestión de aves en ambos motores que supuso la necesidad de la sustitución del motor 2, dando por correcto el funcionamiento del motor 1 tras realizar las comprobaciones boroscópicas necesarias.

Cuando rodaban para el despegue notaron “un ligero olor a quemado, difícil de precisar” pero que era como a “pegamento quemado” pero como estaban saliendo y justo detrás, muy cerca, había otro tráfico, el comandante pensó inicialmente que podría tratarse del gas de escape de ese avión que había entrado en el sistema de aire acondicionado, aunque según sus palabras “algo le decía que había algo mal”.

Cuando alcanzaron los 3500 pies, el comandante conectó el *pack1* del sistema de A/C y el olor se volvió mucho más obvio y comenzó a entrar humo a través de las entradas de aire acondicionado del CM2. En unos pocos segundos, el humo se hizo más denso y comenzó a invadir la cabina muy rápido. Por otro lado, comentó que el *pack 2* nunca se llegó a conectar durante todo el vuelo.

El comandante ya había decidido declarar la emergencia y regresar lo antes posible a LEMD, según indicó, no confiaba lo suficiente en las habilidades del copiloto, y por ello decidió tomar el control y las comunicaciones indicándole que usara la máscara de emergencia a la vez que él mismo la utilizaba también.

Mientras tanto, se activó la comunicación de *CABIN* a *COCKPIT*. El comandante indicó que al principio no pudo ocuparse de ello ya que “estaba ocupado volando el avión”, pero la segunda vez respondió y el sobrecargo le dijo muy conciso “TENEMOS HUMO EN CABINA”, a lo que respondió “OK, VOLVEREMOS A MADRID, ESTAREMOS ALLÍ EN ALREDEDOR DE 10 MIN”.

Niveló el avión a 7000 pies, declaró “MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY debido a HUMO EN CABINA” y solicitó vectores.

ATC le autorizó a virar a la derecha para regresar por sus medios a la pista 18R y entonces comenzó la maniobra.

Según su declaración, cuando el humo estaba todavía presente y tenían puestas las máscaras de emergencia, repasó en voz alta los *MEMORY ITEMS*, OEB, ECAM (que no mostraba ningún aviso), las *NORMAL CHECKLISTS* (aún pendiente la de *AFTER TAKEOFF*, dado que pensó que era prioritario tratar antes lo del humo en cabina), la de *RESET COMPUTER* y finalmente, la de *QRH SMOKE / FUMES / AVNCS SMOKE*. Ordenó al copiloto que localizara y leyera esta última lista, aunque la prioridad según sus palabras era “tener en mente la mejor y más rápida forma de regresar a la pista 18R y ejecutarlo”.

Según indicó mientras todo el humo se estaba disipando, el copiloto comenzó a leer la lista QRH, pero no podía escucharle correctamente con las máscaras de oxígeno. Mientras trataba de establecer una comunicación adecuada, el humo ya no estaba, así que le pidió que se quitara la máscara, y él hizo lo mismo, ya que necesitaba que restableciera los datos del FMGC que necesitaba para la aproximación. Estaban a pocos minutos de tomar pista.

Con todo configurado transfirió las comunicaciones al copiloto. El sobrecargo llamó informando que el humo casi había desaparecido. El comandante le indicó que instruyera a la tripulación e informara a los pasajeros para aterrizar y preparar el ATERRIJAJE PRECAUTORIO.

Tras la lectura de la lista de verificación de APROXIMACIÓN se realizó el aterrizaje.

Dada la situación informaron a ATC que la condición era en realidad más de PAN PAN que MAYDAY para que pudieran informar a los servicios de emergencia en tierra.

El rodaje se realizó con la asistencia de los coches *follow-me* y las brigadas de bomberos.

Ya estacionada la aeronave, estuvieron alrededor de veinte minutos esperando las escaleras y los autobuses para los pasajeros, momento que utilizó el comandante para entrar en la cabina de pasajeros y hablarles tratando de calmarlos, ya que muchos estaban muy nerviosos.

Cuando las escaleras fueron ubicadas en su lugar, un TMA entró en el avión y le comunicó al comandante que estaban perdiendo aceite del motor 2. Este bajó a comprobarlo y confirmó que efectivamente estaba perdiendo líquido muy rápido. Según su testimonio indicó que finalmente resultó ser líquido hidráulico y no aceite, ya que se mostró el aviso “HYD Y RSVR LO LVL”.

Según concluyó el comandante en su declaración, apreció que analizado el incidente retrospectivamente, consideró que fallaron en establecer una comunicación rápida y adecuada, lo que les impidió leer los primeros pasos de “SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE” más allá de utilizar las máscaras de oxígeno e iniciar la desviación.

1.16.1.2. Información aportada por el copiloto

Según información del operador, el copiloto no realizó ningún tipo de testimonio o informe independiente del comandante, ratificando su interpretación de lo sucedido.

1.16.1.3. Información aportada por el Jefe de la cabina de pasajeros (sobrecargo)

Según la declaración del sobrecargo del vuelo del incidente, a los pocos minutos del despegue, mientras se encontraba dando el mensaje de presentación, percibió olor a quemado; en ese momento, simultáneamente, le avisaron dos de los TCPs de la presencia de humo en la cabina de pasajeros, comprobando que, a la altura de las ventanillas de emergencia, había una cantidad importante de humo. En ese momento avisó de lo ocurrido a la cabina de mando, comunicándole que estaban al corriente y que se disponían a regresar al aeropuerto LEMD. Mientras, los TCPs intentaban localizar el origen del posible fuego.

Transcurrido un breve espacio de tiempo, el humo se disipó totalmente, por lo que pensó, según sus palabras, "que lo más probable es que se hubiera quemado aceite o líquido hidráulico en un motor y hubiera entrado por el sistema de ventilación del avión". El comandante le informó que en unos diez minutos iban a realizar un *Precautionary Landing*, por lo que el sobrecargo hizo un anuncio en nombre del comandante, explicando lo que estaba sucediendo: los evidentes problemas técnicos, la posible causa y el hecho de que regresaban a LEMD.

Después de la comunicación pasó por todo el avión para ver el estado de los pasajeros y dar explicaciones tranquilizadoras. Según su testimonio el avión tomó tierra sin más incidentes y una vez en la posición de aparcamiento, con los bomberos y la Guardia Civil en el exterior, el comandante solicitó escaleras y jardineras para desembarcar, también procedió a dar explicaciones de lo sucedido a todos los pasajeros, comunicándoles que serían trasladados a la terminal y que la compañía se encargaría de ellos y de que pudieran continuar su viaje lo antes posible.

Una vez desembarcados, se reunió toda la tripulación para realizar un *debriefing*¹⁵, donde comentaron lo más relevante del incidente y el comandante les comunicó que no continuaban la rotación y les recomendó acudir a un centro médico para su valoración.

El sobrecargo, acudió a un hospital donde le realizaron varias pruebas, estando todos los resultados dentro de los valores normales. Por último, comentó que uno de los pasajeros del vuelo realizó una grabación no autorizada de las explicaciones del comandante y de la tripulación auxiliar, a pesar de los requerimientos que se le hicieron para que dejara de grabar. A la salida, al ser recriminado por el comandante, respondió que ya había enviado las grabaciones por internet.

¹⁵ *Debriefing*: sesión informativa en la que se reúne la tripulación de un vuelo tras su realización con objeto de analizar el vuelo efectuado, en especial, de los aspectos sujetos a mejora.

1.16.2. Informes y comunicaciones relacionados con el incidente

1.16.2.1. Partes de vuelo

Los informes de registros técnicos de la aeronave en el entorno del momento del incidente muestran en los PIREP¹⁶ y MAREP¹⁷ la siguiente información:

02/07/2018:

MAREP

00:00h: se instala tarjeta PCMCIA en DMU.

03/07/2018

MAREP – antes del vuelo del incidente:

01:45h: realización de “*Minimum idle check*”¹⁸ de los motores 1 y 2 por fuga de aceite.

03:00h – 06:00h: sustitución de los componentes QAR e IDG del motor dañado, motor 2, al reparado procedente del taller, ahora instalado.

07:00h: *idem* anterior, instalación del starter.

08:00h: *idem* anterior, instalación de la ECU.

09:00h: instalación de dispositivos de seguridad del tren de aterrizaje (tarea 32-00-00-481-001A del AMM).

09:45h: drenaje de tanques de combustible.

10:00h: realización de inspección diaria.

10:00h: sustitución de las PCMCIA de la DMU.

11:45h: puesta en servicio del motor 2, CFM56-5B p/n 643171 sustituido por el p/n 577627.

11:45h: instalación de dispositivos de seguridad del tren de aterrizaje (tarea 32-00-00-481-001A del AMM).

MAREP – después del vuelo del incidente:

18:10h: sustitución PCMCIA.

¹⁶ PIREP: *Pilot Report*, informe técnico del piloto al mando.

¹⁷ MAREP: *Maintenance Report*: informe técnico de actuaciones del personal de mantenimiento.

¹⁸ *Minimum idle check*: la comprobación de ralentí proporciona instrucciones para asegurarse de que las conexiones del motor no tengan fugas.

19:21h: detectada la pérdida de fluido hidráulico de la bomba de hidráulico del motor 2 durante la inspección posterior al vuelo, se comprueba que el eje de la bomba de hidráulico estaba roto y se procede a la sustitución de la bomba.

23:30h: rodaje del motor 2 a 80% de N1 no detectándose ya ni olor ni humo.

23:30h: realización de inspección diaria.

23:30h: drenaje de tanques de combustible.

23:30h: segunda sustitución de la bomba de hidráulico del motor 2.

23:30h: limpieza sistema ventilación.

PIREP

19:21h: se informa de la detección durante el despegue de olor en cabina seguido de humo denso. Desapareció en tres minutos, aunque el olor persistió.

04/07/2018

MAREP

08:00h: rodaje del motor 2 al 85% de N1 sin percepción de olor o humo. Se realiza el ensayo al ralentí para asegurar la correcta operación de la bomba hidráulica del motor 2.

19:30h: se realizan las tareas completas correspondientes incluidas en la resolución de problemas según manual del fabricante.

23:30h: realización de inspección diaria.

23:30h: drenaje de tanque combustible.

23:30h: según la orden estándar de trabajo del motor 1 se comprobó su funcionamiento no detectándose ningún olor, en particular comprobando el sistema de sangrado de aire del motor 1, con rodaje al 80% de N1, no detectándose ni humo ni olor ni ningún fallo.

23:30h: sustitución de los filtros de recirculación de aire de cabina.

1.16.2.2. Informe de mantenimiento post flight

Los avisos de mantenimiento (*warnings*) identificados por el TMA que intervino en la aeronave tras el aterrizaje fueron relativos a la desconexión del piloto automático a las 14:42 UTC y a “frenos calientes” a las 14:46 UTC.

En cuanto a los fallos reportados, el informe refleja a las 14:18 UTC un fallo de presión de neumático ATA 32-49-18 y a las 14:46 UTC de presión de aceite, ATA 79-34-15.

1.16.2.3. Hoja de reporte COSRS (*Cabin Odor or Smoke reporting sheet*)

Para la identificación de un suceso de “olor o humo en cabina” (los denominados SOF event: *Smell Odor Fumes event*), el fabricante de la aeronave establece un sistema de reporte mediante la hoja denominada COSRS (*Cabin Odor or Smoke reporting sheet*) vinculada a la tarea de resolución de problemas TSM 05-50-00-810-831-A '*Identification of the Cause of Cabin Odors or Smoke*' que guía al personal de mantenimiento para identificar la causa más probable que originó el suceso.

La información proporcionada por la tripulación de vuelo (el comandante) a través del reporte COSRS fue que el evento se produjo a las 14:27 UTC, en la fase de despegue. La aeronave se arrancó mediante APU, y los *packs* de aire acondicionado estuvieron conectados mientras seguía estacionado. Se produjeron cambios de potencia, sin sangrado de la APU, con la válvula de sangrado cruzada cerrada. La aeronave no precisó la utilización del sistema antihielo.

El suceso se produjo cuando el *pack* 1 se conectó, el *pack* 2 estaba desconectado y los sangrados de ambos motores activados. El humo y el olor detectados afectaron a la cabina de mando y a la cabina de pasajeros. El tipo de olor fue descrito por el comandante como olor a aceite quemado.

La descripción reportada del evento indicaba la presencia de un olor leve durante el rodaje de despegue, apareciendo humo denso tras conectar el *pack* 1. El humo fue desapareciendo gradualmente en los siguientes minutos, aunque el olor en cabina permaneció hasta el momento de calzar la aeronave tras el aterrizaje.

1.16.2.4. Informe de los controladores de servicio

El controlador de servicio de la torre de control del aeropuerto de Madrid/Barajas, posición CLD W, reflejó en su informe del 03/07/2018 a las 13:58 UTC, que llamó la aeronave del incidente para puesta en marcha. Se le pidió que actualizara el plan de vuelo ya que podía no cumplir con el *slot* asignado. Una vez actualizado el plan de vuelo, se puso en marcha sin novedad. No hubo nada que destacar desde la posición CLD.

La TWR en su informe del 03/07/2018 a las 14:17 UTC, indicó que el tráfico del incidente fue transferido rodando sin novedad al punto de espera LC RWY 14R.

El controlador de servicio de la torre de control, posición LCL 14R, reflejó en su informe que APP LECM avisó de que el tráfico del incidente declaró MAYDAY por humo en cabina. Cancelaron los despegues de las pistas 14R y 14L sacando de pista a los aviones alineados. La aeronave estaba con viento en cola de la pista 14R y ofreció a APP la posibilidad de autorizar al tráfico a aproximación visual a la 14R si la urgencia de la situación lo requería. Finalmente, el avión tomó sin novedad por la pista 18R.

El controlador de servicio de la torre de control, posición LCL 18R, reflejó en su informe ejecutivo, que no tenía nada que añadir a las transcripciones anteriores ya hechas.

En los diarios de novedades ATC, como es habitual en este tipo de situaciones, se reportó la siguiente información:

- Según el diario de novedades ATC del Servicio de Control de circulación aérea, puesto operativo desde la dependencia de LEMC Sala de Control reportó como incidencia operativa que la aeronave notificó MAYDAY por humo en cabina y tomó sin novedad a las 14:44 UTC (dato real registrado: 14:43:44 UTC) por la RWY18R. Desde el puesto técnico de dicha dependencia no se reportó nada reseñable.
- Según el diario de novedades ATC de la dependencia ATS LEMD, se reportó una observación operativa a las 14:30 de EMERGENCIA/URGENCIA indicando que la aeronave del incidente notificó humo en cabina y volvía al campo en emergencia. Se avisó al CGA y a bomberos, coordinándose la 18R y el ACC para los despegues de ambas pistas. Finalmente, la aeronave tomó sin novedad en la 18R y a las 14:45 se realizó la revisión de las pistas por toma en emergencia.

1.16.3. Ensayos / Inspecciones

1.16.3.1. Información de las actuaciones de mantenimiento en el vuelo previo al incidente

Dada la naturaleza del incidente y considerando que se trataba del primer vuelo realizado por la aeronave tras una intervención importante de mantenimiento, se ha considerado de interés para la investigación, incluir en este apartado un breve resumen de las actuaciones de la organización de mantenimiento en la intervención previa al incidente.

El vuelo precedente era un vuelo con origen el aeropuerto de Barcelona y destino el de Madrid-Barajas. Fue realizado el 01/07/2018, dos días antes del incidente, y a su llegada se incluyó en el parte de vuelo la siguiente anotación de la tripulación: "SUSPECTED BIRD IMPACT ON FINAL. BURNT SMELL AFTERWARDS INSIDE AIRCRAFT".

La tripulación indicó que cuando se encontraban en aproximación final, alrededor de los 100 ft de altura, se percibió un olor a quemado en el interior de la aeronave, sospechando que se había producido un impacto con aves de mediano tamaño, presumiblemente, palomas.

Consecuentemente, se remolcó el avión a un hangar para realizarle una inspección en detalle.

La inspección visual confirmó la ingestión de aves en ambos motores. Se realizó la inspección requerida por el *Manual de mantenimiento* de la aeronave en motores que han sufrido un impacto de aves según AMM 05-51-14-200-803-A, encontrándose restos de ingestión de aves en ambos motores. También se realizó la tarea AMM 36-11-00200-804 requerida tras la constatación de la ingestión de aves para inspeccionar la ruta del flujo del aire frío de sangrado, pero no se dispone de evidencias que confirmaran la presencia de restos de aves en estas conducciones ni su limpieza.

Se realizaron las tareas del AMM correspondientes a daños producidos en el motor por objetos extraños, FODs, AMM 05-51-19-200-001-A y 72-00-00-200-006A que incluían las correspondientes inspecciones boroscópicas.

Debido a la suciedad detectada en el motor 2 se desmonta la rueda de álabes para su limpieza.

El resultado de la inspección es que el motor 1 se encontraba dentro de los límites operativos exigidos.

En el motor 2 se encontró una grieta en el borde de ataque de la punta (*tip*) de un álabe de la primera etapa del compresor de alta, que estaba fuera del límite permitido y requería el cambio del motor.

Tras esta operación se volvieron a montar los álabes del fan desmontados del motor 2.



Motor 1



Motor 2

Fotografías 1 y 2. Restos de ingestión de aves en motores

Al día siguiente, el 02/07/2018, se recibió el motor n/s: 577627 procedente del Taller de Motores donde había sido reparado. De manera que se desmontó el motor 2 dañado y se montó el procedente del Taller, según AMM 71-00-00 PB 40.

Al motor reparado se le instalaron los componentes faltantes según su lista de piezas MPL, desmontados del motor dañado, esto es, la IDG, el QAR, el starter y la ECU.

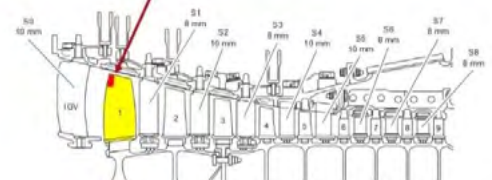
A continuación, se realizó el rodaje al ralentí de ambos motores durante aproximadamente quince minutos.

Durante el rodaje de los motores, los *packs* del sistema de aire acondicionado permanecieron apagados.

Finalmente se realiza la puesta en servicio de los motores sin haber realizado ningún lavado en el motor 1 tras la ingestión de aves.

1.16.3.2. Información de las actuaciones de mantenimiento posteriores al vuelo del incidente

El vuelo del incidente era el primer vuelo realizado por la aeronave tras el cambio del motor 2. En él se produjo la situación de emergencia provocada por la presencia de humo en las cabinas de la tripulación y de



Fotografía 3. Daño en álabe motor 2

pasajeros durante el ascenso, por lo que se decidió regresar al aeropuerto de origen.

La anotación de la tripulación fue de olor en cabina durante el despegue seguido de humo denso que desapareció en unos tres minutos, aunque persistiendo el olor.

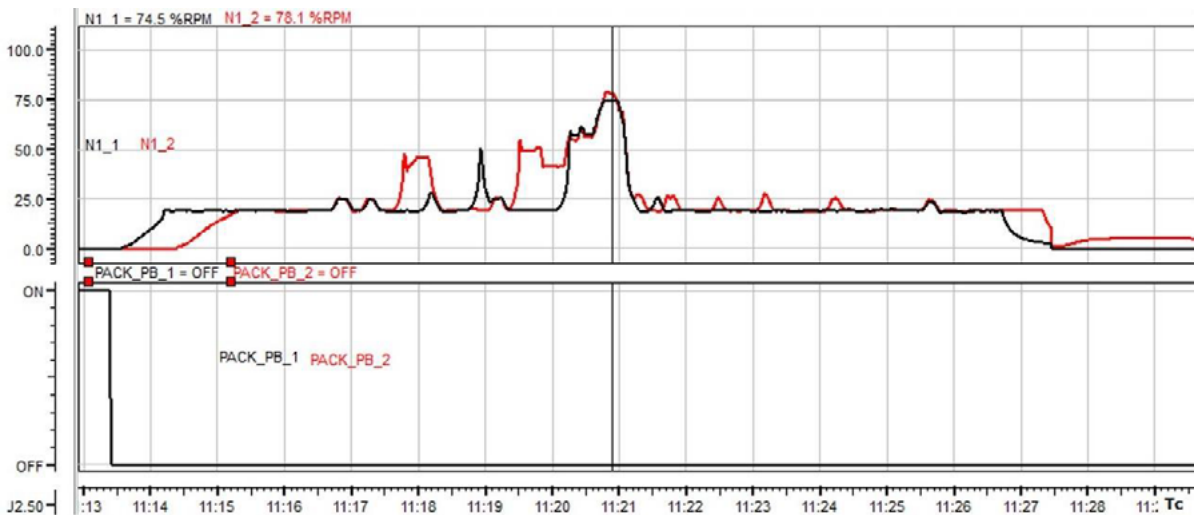


Figura 3. Gráfico de parámetros del rodaje de los motores 1 y 2

A la llegada de la aeronave al aeropuerto, el personal de mantenimiento acudió a realizar una primera inspección para valorar la situación.

Lo primero que se detectó fue un charco grande de fluido debajo del motor 2 y un chorro constante que caía por el mástil de drenaje. En un principio se pensó que el fluido podía ser aceite lubricante.

Cuando el personal de mantenimiento subió a la cabina, la tripulación le comunicó que el aire era irrespirable por el humo y que les forzó a utilizar las máscaras de oxígeno, aunque desapareció posteriormente pudiendo retirárselas.

Revisando los avisos del avión y el nivel de aceite, no encontraron nada anormal, sin embargo, se detectó que el nivel de hidráulico del sistema amarillo estaba a cero.

A continuación, se abrieron los capós del motor 2 y se observó que la pérdida de líquido hidráulico se estaba produciendo por el eje de la bomba de hidráulico p/n: 4205401 n/s 2415. Esta bomba era la que venía instalada en el motor reparado procedente del Taller de Motores y que sustituyó al motor 2 dañado por la ingestión de aves en el vuelo precedente.

En consecuencia, se procede a sustituir esta bomba de hidráulico con n/s 2415 según procedimiento AMM 29-13-51 PB 401 y se instala la n/s K1263.

A continuación, se realizó el análisis de averías según TSM 05-50-00-810-831-A para identificar la causa del humo en cabina.

El 04/07/2018, como parte del análisis de averías se realizó el rodaje del motor 2 al 80% de N1 según requiere el *Manual de mantenimiento*, no detectándose ni humo ni olor. Durante el rodaje se partió el eje de la bomba de hidráulico recién instalada.

Se sustituyó de nuevo la bomba de hidráulico, la n/s K1263 por la n/s K1785 según AMM 29-13-51 PB 401.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la bomba de hidráulico se realizó de nuevo el rodaje del motor 2 pero esta vez al 85% de N1.

Consultado el fabricante de la aeronave por posibles pruebas adicionales, se realizaron una serie de chequeos que se documentan, no volviéndose a detectar más fallos. No obstante, el centro de mantenimiento realizó la correspondiente consulta al fabricante de las bombas de hidráulico acerca de la posible causa de la rotura reiterada de los ejes de dichas bombas.

Se constató al recibirse el COSRS de la tripulación, que en el momento de producirse el humo en las cabinas y durante el resto del vuelo, el paquete de aire acondicionado *pack 2* del motor 2 no llegó a activarse en ningún momento.

Por otro lado, el 05/07/2018 se analizó la posibilidad de que el recalentador (*reheater*) sustituido durante una revisión programada de mantenimiento del *pack1* que se encontró partido pudiera haber influido en el suceso, pero no se pudo en principio determinar la posible relación.

Para su posterior valoración se consultó el TSM para identificar los posibles fallos que podrían haberse provocado como consecuencia del mal funcionamiento del recalentador destacando los siguientes:

- Temperatura de descarga alta del *pack 1*
- Fallo de indicación de flujo del *pack 1*
- Fallo de la válvula de control de flujo del *pack 1*
- Sobrecalentamiento del *pack 1*

Ninguno de estos fallos fue identificado por lo que finalmente se desestimó su influencia.

Según el personal de mantenimiento del operador, con las evidencias encontradas no pudo determinar el origen del humo en cabina.

La aeronave fue puesta en servicio sin volver a detectarse la aparición de olor o humo en las cabinas en los sucesivos vuelos.

1.16.3.3. Información del fabricante de la aeronave sobre el suceso

Con la información y las pruebas realizadas por el centro de mantenimiento, el fabricante de la aeronave indicó que la pérdida de líquido hidráulico de la bomba del motor 2 era imposible que pudiera alcanzar el sistema de aire acondicionado provocando el humo.

Consideró, sin embargo, como una posible causa, la contaminación de los conductos de sangrado del motor que alimenta el sistema de aire acondicionado, debido a los restos de aves que al quemarse pudieran haber sido absorbidos por el sistema de aire. Esto se podría haber constatado si se hubieran conectado los *packs* del sistema de aire acondicionado durante el rodaje de los motores, lo que no ocurrió, ya que se habría detectado olor y humo en ese momento.

Así mismo, según el fabricante de la aeronave, el problema reiterado de rotura del eje de las bombas de hidráulico no estaba relacionado con la presencia de humo en cabina.

Lo que sí se pudo constatar es que el humo y el olor procedían exclusivamente del motor 1 cuando se conectaba solamente el *pack* 1 del sistema de aire acondicionado.

Según el FDR, podemos confirmar que la válvula de sangrado cruzada (*X-bleed valve*) estuvo cerrada durante todo el vuelo. Además, la válvula de paso del *pack* 2 permaneció cerrada también durante todo el vuelo. Estas dos válvulas se muestran a continuación en la Figura 4, marcadas en rojo con un recuadro verde a su alrededor.

Como puede comprobarse en esta configuración, solo el motor 1 suministraba al *pack* 1 y el motor 2 y el *pack* 2 estaban aislados del sistema de aire acondicionado. Por lo tanto, el olor solo pudo provenir del motor / sistema 1.

La sustitución del motor 2 se realizó según la tarea del AMM 71-00-00-400-042-A "Instalación de la planta de potencia". Analizando las subtareas requeridas en este documento, tras la verificación del inversor de empuje, el antihielo y la válvula de retorno de combustible, debe también comprobarse el correcto funcionamiento del sistema de sangrado de los motores que alimentan el sistema de aire acondicionado. Para ello es necesario cambiar del sistema de sangrado de la APU al del motor para suministrar al *pack* 1 o 2, el que corresponda al motor a instalar. Su objetivo es verificar también los aspectos de regulación de sangrado, permitiendo verificar por defecto, el suministro de los *packs* a la cabina.

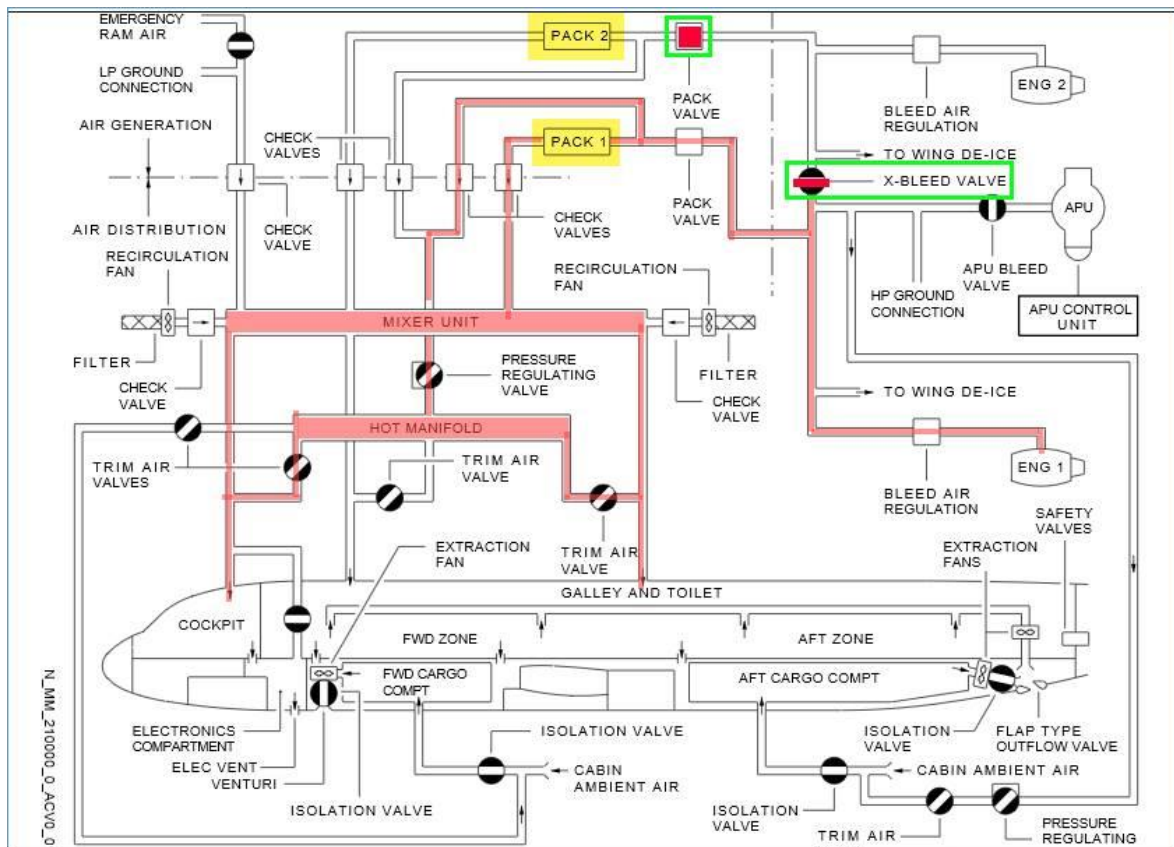


Figura 4. Sistema de Aire Acondicionado Motor 2

Sin embargo, como esta tarea del AMM se aplica después de acciones de mantenimiento de un motor en particular, solo se verifica ese motor concreto y sus sistemas relacionados, es decir, no se verifica el funcionamiento conjunto con ambos motores rodando a la vez, ni se prueba con ambos *packs* del sistema de A/C conectados a la vez. Por lo tanto, solo se prueba el *pack* que corresponde al motor revisado.

Por otro lado, el fabricante de la aeronave, confirmó que el sistema de aire acondicionado está diseñado para permitir la renovación del aire de la cabina del avión aproximadamente cada tres minutos.

1.16.3.4. Información sobre los hechos ocurridos analizados por el operador

El operador confirmó en su informe los hechos reportados por la tripulación y por el personal de mantenimiento.

En cuanto a la operación se analizó lo siguiente:

- Antes de aplicar la potencia de despegue, los *packs* del sistema de aire acondicionado fueron desconectados.

- Cuando conectaron el *pack* 1 comenzó a percibirse un olor seguido de un ligero humo que entraba por las salidas de aire acondicionado y que se iba haciendo cada vez más denso. Poco después, el humo comenzó a entrar también en la cabina de pasajeros a la altura de las ventanillas de emergencia.
- En ningún momento apareció algún aviso ECAM.
- El humo empezó a disiparse transcurridos unos tres minutos desde su aparición.
- La tripulación de mando abandonó el procedimiento QRH sin completarlo según el operador, debido a las dificultades de comunicación entre los tripulantes por el uso de las máscaras de oxígeno y a que el humo se había disipado.
- Retornaron a LEMD aterrizando 17 minutos tras el despegue.
- La tripulación de la cabina de pasajeros no usó las capuchas antihumo.
- Solo un TCP acudió al servicio médico del operador, como medida de precaución, por un cierto malestar en el aparato respiratorio por inspiración de humo, pero ya sin sintomatología, no requirió ningún tratamiento médico.
- Ningún miembro de la tripulación continuó volando ese día tras el incidente.

En cuanto a la intervención de mantenimiento reportaron lo siguiente:

- Con el avión en AOG, mantenimiento detectó una fuga de hidráulico por el motor 2, en concreto procedente de la bomba EDP del sistema hidráulico amarillo localizada en la caja de accesorios, en la parte inferior del motor. El eje de la bomba estaba roto y el circuito del sistema hidráulico tenía bajo nivel de fluido. Al principio se sospechó que podría ser esta la causa de la aparición de humo en cabina.
- Se reemplazó la bomba y se realizó el rodaje del motor 2 para comprobar que el humo/olor no se reproducía. El rodaje se realizó con el *pack* 2 conectado. De nuevo se rompió el eje de la bomba, se reemplazó y se volvieron a rodar ambos motores manteniendo N1 en torno al 85%, pero en esta ocasión con ambos *packs* conectados.
- El operador consultó al fabricante de la aeronave si las acciones tomadas hasta el momento eran suficientes para poner en servicio la aeronave, y el fabricante descartó la fuga de fluido como una posible causa del incidente.
- El comandante remitió el COSRS indicando que el olor percibido en cabina era como a aceite quemado.
- Tras recibir el informe COSRS y acciones posteriores, identificaron como origen probable del humo al motor 1 reportando al fabricante esta información.
- Se consultó a los fabricantes del motor y la aeronave sobre pruebas adicionales, y se realizó un rodaje de los motores al 75% de N1 en ambos, de manera alternativa, con los *packs* conectados para comprobar que no se volvían a repetir los humos u olores. No se aportaron datos nuevos y no se pudo concluir de forma clara el origen del humo.

- Se confirmó que antes del incidente, el avión provenía del hangar, de una intervención de mantenimiento por ingestión de aves en los motores, con la sustitución del motor 2 e inspección boroscópica del motor 1. Ambos motores se rodaron hasta un 74% de N1 (en ambos) sin conectar los *packs*, dando el avión apto para el servicio.
- Durante el vuelo solo se llegó a conectar el *pack* 1 y se mantuvo conectado hasta el final del vuelo. El *pack* 2 no se conectó en ningún momento.
- No se observó ninguna indicación de fallo del sistema hidráulico. Tanto el nivel, como la presión y la temperatura del sistema hidráulico amarillo fueron normales durante todo el vuelo hasta la parada del motor.
- Se decidió cambiar los filtros HEPA del sistema de aire acondicionado.
- Este mismo avión sufrió un incidente similar el 22/11/17 declarando también emergencia por humo en despegue. En aquel evento el avión provenía del hangar tras cambiar el motor 2. Mantenimiento concluyó que el humo pudo haberse debido a restos de grasa y aceites en el motor tras el cambio del mismo.
- En cuanto a la rotura de las bombas hidráulicas, el operador indicó que todas las pruebas y estudios hechos para identificar la causa raíz de la rotura por parte del fabricante de las bombas, no han podido determinar su origen. Indicó que el fabricante de las bombas no fue capaz de reproducir una operación de las bombas en la que se alcanzasen esfuerzos de cortadura suficientes para producir la rotura del eje.

En cuanto a la tripulación:

- Los pilotos iniciaron el reparto de tareas y la lectura del procedimiento adecuado del QRH "SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE". El comandante pasó a ser PF y llevar las comunicaciones el copiloto PM. Las máscaras dificultaron una buena comunicación, este factor pudo influir en que no se avanzara lo suficiente en el procedimiento QRH, como para que desconectaran el *pack* 1 que introducía el humo en cabina.
- La tripulación de cabina se comunicó bien pero no usó las capuchas antihumo en su afán por buscar el origen del humo.
- El sobrecargo habló a los pasajeros en vuelo para tranquilizarlos mientras que el comandante por las circunstancias del evento solo pudo dirigirse a ellos ya en tierra.

Las conclusiones fueron:

- La fuga de hidráulico amarillo no parece relacionarse con el humo en cabina.
- El operador reportó que no se había podido determinar la causa y origen del humo.
- El operador internamente realizó una recomendación de divulgación a los tripulantes, del protocolo COSRS, a través de la difusión de este incidente.

- Se identificó que en el motor 1 se produjo contaminación por ingestión de aves del vuelo anterior al del incidente. El rodaje del motor con potencia se realizó sin los packs conectados. El humo se detectó al conectarse el *pack 1* con la *XBLEED valve* cerrada. Se considera poco probable que el humo fuera causado por restos orgánicos.
- En cuanto al motor 2, se determinó que posiblemente se contaminó por el cambio de motor, además de producirse la pérdida de fluido hidráulico. Se confirmó también que se realizó el rodaje del motor con potencia con los packs desconectados. El motor 2 estaba recién instalado y el *pack 2* estuvo en todo momento apagado en vuelo y la *XBLEED valve* cerrada.
- Lo que parece claro es que en vuelo no hubo transferencia de aire del motor 2 al 1, dado que solo se conectó el *pack 1*.
- Al quemarse los pájaros o sus restos, pueden generar olor y humo, pero es poco probable que produzcan humo denso.
- Pudo haber transferencia de residuos en los procedimientos previos al vuelo (puesta en marcha, acondicionamiento en tierra, carreteo de despegue con los *packs* conectados).
- El operador reportó no poder identificar el origen del humo, ni tan siquiera de qué motor procedía.
- No obstante, de lo anterior, el operador se planteó proponer al fabricante de la aeronave, que se suplementara el AMM para que tras los cambios de motor se realizaran los rodajes con los *packs* encendidos, así como en los eventos de humo en cabina, se mantengan los filtros en cuarentena para su análisis posterior y se realicen mediciones de la calidad del aire con el avión en tierra, siempre que sea posible tras un evento de este tipo.

1.16.3.5. Datos de vuelo registrados relacionados con los hallazgos postvuelo

El resumen de los datos de vuelo registrados en cada una de las fases de vuelo se muestra en el siguiente cuadro, donde están incluidos los parámetros que a continuación se detallan, vinculados a cada uno de los motores de la aeronave:

- Presión (psi) del líquido hidráulico en cada uno de los sistemas de la aeronave, el verde, el amarillo y el azul (parámetros HYDP_GR, HYDP_YE y HYDP_BL respectivamente).
- Presión (psi) de aceite del motor 1 y 2 (parámetros OIP_1 y OIP_2 respectivamente).
- Temperatura (°C) del aceite del motor 1 y 2 (parámetros OIT_1 y OIT_2 respectivamente).
- Flujo (kg/seg) de aire en el *pack 1* (parámetro PFL) y en el *pack 2* (parámetro PFR) del sistema de aire acondicionado.
- Posición de la válvula de control de flujo del *pack 1* y 2: completamente cerrada (valor 0: FUL_CLSD) o no completamente cerrada (valor 1: NFC).
- Posición de las válvulas de regulación de presión y de alta presión: PRV (*Pressure regulating valve*) y HPV (*High pressure valve*): completamente cerrada (FUL_CLSD) o no completamente cerrada (NFC).

Informe técnico IN-030/2018

FASE DE VUELO	HORA UTC	PRESION HIDRAULICO (GR/YE/BL) (psi)	MOTOR 1				MOTOR 2			
			PRESION (psi) /Tª ACEITE (°C) MOTOR1	FLUJO pack1 (kg/seg)	VALV. CONTROL FLUJO pack 1	PRV1/ HPV1	PRESION (psi)/Tª ACEITE (°C) MOTOR2	FLUJO pack2 (kg/seg)	VALV. CONTROL FLUJO pack 2	PRV2/ HPV2
ARRANQUE	14:11:02	3036-3032	LOW PRES	0,06	0 FUL	FUL_CLSD	25-26	0,02	0 FUL	FUL_CLSD
	14:12:11	3104-3068 3004-3012	0-12 284-284				48-48			
	14:12:12	3016-3036	12-29	0,02	0 FUL	FUL_CLSD	26-32	0,11-0,63	1 NFC	NFC
	14:13:19	3064-3072 3016-3044	284-284				48-60	0,31		
TAXI OUT	14:13:20	3016-3024	29-23	0,03-0,31	0 FUL	FUL_CLSD	31-24	0,66-0,53	1 NFC	NFC
	14:16:32	3060-3056 2912-3000	245-256		0 FUL	CLSD	60-83			
	14:16:33	3024-3016	23-31	0,31-0,33	1 NFC	NFC	24-29	0,53-0,30	1 NFC	NFC
	14:25:42	3056-3048 3000-2984	256-263				83-94			
	14:25:43	3016-3028	31-43	0,33-0,05	0 FUL	FUL_CLSD	29-40	0,30-0,03	0 FUL	FUL_CLSD
	14:26:57	3048-3060 2984-2848	263-271				94-97			
	14:26:58	3028-3028	49-48	0,06	0 FUL	FUL_CLSD	47-50	0,03	0 FUL	FUL_CLSD
DESPEGUE	14:27:41	3052-3056 2992-2896	271-271				97-97			
	14:27:42	3028-3016	48-47	0,06	0 FUL	FUL_CLSD	50-48	0,03	0 FUL	FUL_CLSD
ASCENSO INICIAL	14:28:15	3060-3056 2868-2924	271-216				97-88			
ASCENSO	14:28:16	3016-3020	47-47	0,06-0,34	0 FUL	FUL_CLSD	48-50	0,03-0,03	0 FUL	FUL_CLSD
	14:28:38	3052-3052 2868-2932	216-216				88-88			
	14:28:39	3020-3008	47-38	0,34-0,66	1 NFC	HPV-	50-40	0,03-0,03	0 FUL	FUL_CLSD
	14:32:28	3952-3060 2932-2924	216-228			FUL_CLSD PRV-NFC	88-98			
	14:32:29	3008-3000	37-39	0,66	1 NFC	HPV-	39-43	0,02	0 FUL	HPV-
DESCENSO	14:39:42	3060-3060 2956-2968	228-236			FUL_CLSD PRV-NFC	98-111			FUL_CLSD PRV-NFC
	14:39:43	3004-3024	39-42	0,66	1 NFC	HPV-NFC	42-46	0,02	0 FUL	HPV-
APROXIMACION	14:42:27	3060-3056 2872-2976	236-239			PRV-NFC	111-116			FUL_CLSD PRV-NFC
FIN APROX.	14:42:28	3020-3028	41-38	0,67	1 NFC	HPV-	45-43	0,02	0 FUL	HPV-
	14:43:43	3056-3052 2952-2968	239-218			FUL_CLSD PRV-NFC	116-114			FUL_CLSD PRV-NFC
ATERRIZAJE	14:43:44	2988-3000	33-28	0,66-0,47	1 NFC	HPV-NFC	39-31	0,02	0 FUL	HPV-
	14:44:18	3056-3048 2968-2920	218-213			PRV-NFC	114-112			FUL_CLSD PRV-NFC
TAXI IN	14:44:19	3000-3008	28-24	0,45-0,63	1 NFC	HPV-	31-1	0,02-0	0 FUL	HPV-
	14:47:11	3044-2872 2912-2988	213-279			FUL_CLSD PRV-NFC	112-111			FUL_CLSD PRV-NFC
ENG.STOP	14:47:12	3008	21	0,58	1 NFC	HPV-	1	0	0 FUL	HPV-
	14:47:13	2528 2952	-			FUL_CLSD PRV-NFC	-			FUL_CLSD PRV-NFC

Constataciones de acuerdo a los datos anteriores:

- Altitud máxima alcanzada: 6908 ft QNH.
- Durante el primer minuto de encendido se registra baja presión de aceite en el motor 1, aumentando paulatinamente hasta estabilizarse durante el rodaje para el despegue. Las temperaturas de aceite del motor 1 son más altas durante todo el vuelo que las del motor 2, del orden del doble como mínimo y del triple del valor del motor 2, como máximo. En la pantalla ECAM de avisos de motor, la indicación parpadea si la temperatura del aceite aumenta por encima de 155 °C y deja de hacerlo cuando disminuye por debajo de 140 °C. Se muestra de color ámbar si la temperatura excede los 140 °C durante más de quince minutos, o instantáneamente

cuando está por encima de 155 °C. En el presente suceso, la pantalla ECAM no mostró ningún aviso a pesar de que la temperatura del aceite del motor 1 estuvo durante todo el vuelo por encima de 155 °C superando por tanto los quince minutos mencionados anteriormente, mientras que el motor 2 siempre tuvo valores inferiores a 140 °C. Si la temperatura de aceite es alta, este se vuelve demasiado fluido, pierde su capacidad de lubricación y disminuye su presión dificultando su correcta distribución.

Tras un análisis posterior realizado por el operador y el fabricante de la aeronave, se ha concluido que estos datos registrados no son coherentes y han sido decodificados erróneamente. Debido a que el operador personalizó el listado de parámetros a registrar en el DAR en el que estaba incluida la temperatura del aceite de motor, el operador investigará las posibles causas y gestionará su corrección. Por lo tanto, estos registros no serán considerados en la investigación.

- No se registra ninguna presión de líquido hidráulico por debajo de los valores habituales en torno a los 3000 psi, en ninguno de los sistemas hidráulicos hasta los dos últimos segundos registrados correspondientes a la parada del motor, en los que la presión del sistema amarillo disminuye un 16%, bastante superior a las fluctuaciones habituales durante la operación. Al final del arranque se conecta el *pack* 2 y se mantiene abierto durante el rodaje hasta un minuto antes del despegue. Durante nueve minutos en el rodaje coincide el *pack* 2 conectado, con que también se conecta el *pack* 1.
- Durante el despegue los dos packs están desconectados.
- A los pocos segundos se conecta solo el *pack* 1 y se mantiene abierto hasta el aterrizaje y parada de los motores.
- Durante el final de arranque y principio de rodaje las válvulas del *pack* 2 están abiertas (trece minutos) durante el resto del vuelo están siempre cerradas.
- Las válvulas del *pack* 1 están cerradas salvo cuando coincide los nueve minutos con el *pack* 2 en el rodaje y a partir del ascenso que ya permanecen abiertas el resto del vuelo.
- La presión de aceite de ambos motores se mantuvo en valores normales, similares y sin grandes variaciones durante todo el vuelo.

1.16.3.6. Comunicación de la tripulación y coordinación (CRM)

Si hay humo en la aeronave, la comunicación efectiva e inmediata de la tripulación es esencial. La información que los miembros de la tripulación de cabina proporcionen a la tripulación de vuelo y viceversa, determinará el curso de las acciones que se tomarán.

Todos los miembros de la tripulación deberán estar informados, y deberán informar de la situación a los pasajeros.

En el incidente objeto de investigación, la primera identificación de humo se produjo en la cabina de mando, cuando durante el ascenso a unos 3500 ft, se conectó el *pack* 1 del sistema de aire acondicionado, cuando el olor percibido anteriormente se hizo más

evidente y el humo comenzó a entrar por las salidas del aire acondicionado del CM2, haciéndose más denso en pocos segundos, e invadiendo la cabina rápidamente.

El comandante decidió declarar emergencia y regresar lo antes posible a LEMD. Según su propio testimonio, como no confiaba lo suficiente en las habilidades del copiloto para realizar la maniobra mostrando calma por radio, decidió tomar el control y las comunicaciones, indicándole que utilizara la máscara de emergencia y que localizara el QRH. El comandante a su vez utilizó también la máscara de emergencia.

Hasta ese momento solo se identificó que el humo provenía de la salida de aire del CM2, no se desconectó el *pack 1*, el comandante tomó los mandos y la decisión de volver a LEMD, así como la utilización de las máscaras de oxígeno, pero no se comunicaron con la cabina de pasajeros.

Mientras tanto, se activó la comunicación de *CABIN a COCKPIT*. El comandante "ocupado volando el avión" según su testimonio, no atendió la llamada, pero la segunda vez respondió y el sobrecargo le informó que había humo en la cabina de pasajeros, a lo que el comandante respondió que volvían a LEMD y que tardarían unos 10'.

Hasta el momento en el que el sobrecargo consiguió comunicar con el comandante, este no era conocedor de que había humo también en la cabina de pasajeros.

El comandante niveló el avión a 7000 pies y declaró "*MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY* por HUMO EN CABINA" solicitando vectores para la desviación.

La comunicación con el copiloto no era adecuada, no podía escucharle correctamente con las máscaras de oxígeno, de manera que cuando el copiloto comenzó a leer el QRH como el humo se estaba disipando, le indicó que se quitara la máscara y el comandante hizo lo mismo. El QRH no se completó.

Hasta que la aeronave no estuvo estacionada, el comandante no se había comunicado con los pasajeros, pero mientras esperaban las escaleras y los autobuses para los pasajeros, se dirigió a ellos tratando de calmarlos, ya que muchos estaban muy nerviosos.

En cuanto a la comunicación de los tripulantes de la cabina de pasajeros, mientras el sobrecargo se encontraba dando el mensaje de presentación, que fue el momento en el que percibió el olor a quemado, en ese momento, simultáneamente, le avisaron dos de los TCPs de la presencia de humo en la cabina de pasajeros, avisando de lo ocurrido a la cabina de mando, que le comunicó que estaban al corriente y que se disponían a regresar al aeropuerto LEMD. Mientras, los TCPs intentaban localizar el origen de un posible fuego.

Como el comandante le indicó que en 10' estarían de vuelta en LEMD, el sobrecargo hizo un anuncio en nombre del comandante, explicando lo que estaba sucediendo: los evidentes problemas técnicos, la posible causa y el hecho de que regresaban a LEMD, preparándose para realizar un *Precautionary Landing*. Pocos minutos antes del aterrizaje, el humo en la cabina de pasajeros ya había desaparecido por completo.

La primera actuación de identificar la fuente de humo y tomar las medidas adecuadas para minimizar el riesgo de incendio a bordo del avión quedó reducida a identificar el origen de la emanación de humo por las salidas de emergencia.

El análisis de los eventos en servicio que involucran humo en cabina ha demostrado que en la mayoría de los casos los miembros de la tripulación han identificado fácilmente la fuente de humo.

Las áreas en las que es difícil para la tripulación identificar la fuente de humo son fundamentalmente las del aire acondicionado, en los paneles laterales y en los paneles de techo. El humo proveniente de estas áreas se puede atribuir generalmente a:

- La unidad de alimentación auxiliar (APU)
- Ventiladores de recirculación de la cabina
- Compartimentos de carga
- Compartimentos de descanso de la tripulación
- Cableado eléctrico
- Sangrado de aire del motor (por ejemplo, por la ingestión de aves)

En esas áreas lo habitual es que la tripulación no tenga acceso o este sea limitado, e incluso que no pueda vigilar ni siquiera visualmente la zona. Por lo tanto, lo más importante es informar al comandante, vigilar la situación y preparar un extintor de incendios, el equipo de protección respiratoria PBE (*Protection Breathing Equipment*) y unos guantes de incendio.

Según el testimonio del sobrecargo, una vez desembarcados, la tripulación se reunió para realizar el *debriefing*¹⁹, donde comentaron lo más relevante del incidente y el comandante les comunicó que no iban a continuar la rotación y les recomendó acudir a un centro médico para su valoración. Algunos componentes de la tripulación así lo hicieron y tras varias pruebas, se constató que los resultados estaban todos dentro de los valores normales y los humos/olores respirados no le habían afectado a su salud.

1.17. Información adicional

No es de aplicación.

¹⁹ *Debriefing*: sesión informativa en la que se reúne la tripulación de un vuelo tras su realización con objeto de analizar el vuelo efectuado, en especial, de los aspectos sujetos a mejora.

1.18. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el área del incidente y del aeropuerto de Madrid (LEMD), en el entorno horario en el que se produjo el suceso, fueron unas condiciones aptas para el vuelo, sin constatarse ninguna condición adversa imprevista influyente en el incidente.

2.2. Análisis del vuelo

La operación del vuelo hasta que se produjo el evento de humo en cabina fue ejecutada de acuerdo a procedimientos, sin identificar ninguna posible incidencia desde el punto de vista operativo de la aeronave. La tripulación según sus testimonios en todo momento consideró que el despegue se había realizado sin novedad. No obstante, durante el rodaje para el despegue notaron “un ligero olor a quemado, difícil de precisar” como a “pegamento quemado” según indicó el comandante, pero no le dio importancia dado que otro tráfico muy cerca estaba saliendo y supuso los gases de escape habían entrado a través del sistema de aire acondicionado.

El ascenso hasta los 3500 pies también se realizó según los parámetros habituales sin identificarse ningún aviso ECAM ni ningún valor anormal en los paneles de instrumentación. A esa altitud fue cuando al conectar el *pack* 1 comenzó a salir humo por las salidas de A/C del CM2. Habían transcurrido unos 15' desde que durante el rodaje para el despegue se detectó el olor a quemado. Cuando comenzó a salir humo, según el comandante el olor se hizo más obvio, por lo que cabe presuponer que se trataba del mismo olor identificado durante el rodaje y al que no se había prestado atención hasta el momento de aparecer el humo en cabina.

El comandante ya había decidido declarar la emergencia y su intención de regresar lo antes posible a LEMD, ya que en pocos segundos el humo se había hecho más denso e invadió la cabina rápidamente.

El comandante consideró que la distribución de funciones en cabina más adecuada para realizar la vuelta inmediata al aeropuerto de LEMD, era que él mismo actuara de PF tomando el control del avión y las comunicaciones, y que el copiloto realizase las funciones de PM completando el procedimiento de la QRH. Le indicó al copiloto que usara la máscara de emergencia a la vez que él mismo la utilizaba también.

La decisión, dadas las circunstancias, fue adecuada. Según su testimonio su prioridad era intentar regresar a LEMD lo antes posible a la vez que gestionaban la aparición del humo en cabina lo antes posible.

No obstante, con las máscaras de emergencia puestas el comandante repasó en voz alta los *MEMORY ITEMS*, *OEB*, *ECAM*, *NORMAL CHECKLISTS*, *RESET COMPUTER* y finalmente, la *QRH SMOKE / FUMES / AVNCS SMOKE*. Por lo que siguió los procedimientos adecuadamente.

El comandante ordenó al copiloto que localizara y leyera esta última lista, pero cuando comenzó a leerla, el humo se estaba disipando. No conseguían comunicarse adecuadamente con las máscaras, y cuando el humo se había disipado completamente, le indicó que se la quitara y él hizo lo mismo, abandonando el QRH ya que necesitaba que restableciera los datos del FMGC para la aproximación pues estaban a pocos minutos de tomar pista.

Mientras tanto, aunque se había activado la comunicación de CABIN a COCKPIT, el comandante decidió no atenderla ya que “estaba ocupado volando el avión”, respondiendo la segunda vez que se activó confirmándose la presencia de humo también en la cabina de pasajeros y transmitiendo que regresaban a Madrid en unos 10’.

A partir de ese momento la operación fue controlada y según procedimientos. Niveló el avión a 7000 pies, declarando “MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY debido a HUMO EN CABINA” y solicitando vectores. Tras la autorización de ATC, viró a la derecha para regresar por sus medios a la pista 18R y entonces comenzó la maniobra.

Con todo configurado transfirió las comunicaciones al copiloto. El sobrecargo llamó informando que el humo casi había desaparecido. El comandante le indicó que instruyera a la tripulación e informara a los pasajeros para aterrizar y preparar el ATERRIZAJE PRECAUTORIO.

Dada la situación informaron a ATC que la condición era en realidad más de PAN PAN que MAYDAY para que pudieran informar a los servicios de emergencia en tierra.

Se leyó la lista de comprobación de aproximación y el resto la secuencia de aterrizaje se realizó sin incidencias.

El desembarque de los pasajeros y la tripulación se produjo sin novedad después de una espera de aproximadamente 20’ a que llegaron las escaleras y los autobuses para trasladar a los pasajeros a la terminal. Este tiempo fue aprovechado por el comandante para comunicar con los pasajeros, tranquilizándoles e informándoles que el operador les ayudaría a continuar su viaje lo antes posible.

Por lo tanto, cabe concluir que el vuelo, incluida la declaración de emergencia que implicó el retorno al aeropuerto de origen, se realizó de forma controlada y segura.

2.3. Análisis de la gestión de la situación de emergencia

Del análisis del desarrollo de la emergencia, se desprende que el comandante estimó que para gestionar la emergencia que se les presentó (humo en cabina), la mejor estrategia era cambiar los roles, asumiendo el pilotaje material para dirigir el avión con inmediatez de vuelta a la pista 18R, a la vez que el copiloto asumía los roles de PM para combatir la emergencia.

El comandante cambió los roles y reorganizó el trabajo en cabina para volver de inmediato a aterrizar por la pista 18R y se centró en volar, una vez decidido el retorno a LEMD.

A continuación, ordenó al copiloto que se colocara la máscara de oxígeno, y a partir de ese momento, según el comandante no podía oír claramente al copiloto, por lo que no podía establecer una comunicación adecuada entre ellos. Con ello realizaron el primer punto de las acciones inmediatas de la QRH tras anticipar la vuelta al campo.

En el breve periodo que siguió a la colocación de las máscaras de oxígeno por parte de la tripulación, el humo comenzó a disiparse. El copiloto ya estaba con la QRH, el comandante intentaba establecer comunicación con el copiloto, pero no podía escucharle correctamente, mientras tanto el humo había desaparecido, y entonces le indicó que se quitará la máscara para luego quitársela él. Parece inferirse cierto desorden en esta fase de la emergencia y lentitud en las actuaciones por parte de ambos, comandante y copiloto, aunque finalmente se resolvió adecuadamente, puesto que, desaparecido el humo, aunque el olor persistía, y dadas las dificultades de comunicación, lo mejor era quitarse las máscaras.

No se ha podido determinar la causa que explique los problemas que tuvo la tripulación de vuelo para comunicarse entre ellos mientras tuvieron las máscaras de oxígeno puestas. No se tiene constancia de fallos en el sistema del interfono y no se ha podido averiguar si todas las acciones necesarias para establecer y mantener la comunicación con las máscaras de oxígeno puestas entre ambos miembros de la tripulación de vuelo se completaron correctamente.

El operador IBERIA imparte el curso de equipamiento de emergencia y seguridad tanto para tripulantes de vuelo de nuevo ingreso, como para aquellos que ya pertenecen al operador. En ambos casos, y de acuerdo al contenido del *Manual de operaciones* parte D, el mismo contempla el uso de las máscaras de oxígeno de la tripulación.

La declaración de emergencia inicial fue correcta, aunque posteriormente el comandante, con la situación controlada, modificó la situación a urgencia PAN PAN para no destinar excesivos recursos de emergencia del aeropuerto sin necesidad, mostrando una clara consciencia del nivel de gravedad y de los riesgos de la situación que, en ese momento, ya se encontraba totalmente controlada.

Solicitó al copiloto que realizara las entradas oportunas en el FMGC para realizar la aproximación y una vez configurado, le transfirió las comunicaciones. El procedimiento fue adecuado.

La comunicación con la tripulación de la cabina de pasajeros, inicialmente no se produjo dada la alta carga de trabajo que tenía la tripulación de vuelo. Tras el segundo aviso, el sobrecargo entró en la cabina para indicar que el humo había casi desaparecido. En ese momento el comandante comunicó la emergencia y su intención de regresar a Madrid lo que previsiblemente ocurriría en 10'. Le indicó que instruyera para aterrizar y preparar un aterrizaje precautorio.

La tripulación indicó que realizaron las listas de chequeo de aproximación y aterrizaje que se realizó sin mayores incidentes de acuerdo a procedimientos.

Tras comprobar que no había avisos ECAM ni acciones derivadas, la lectura del QRH era fundamental e inmediata y no se realizó adecuadamente por los problemas que encontraron los miembros de la tripulación de vuelo para comunicarse entre ellos con las máscaras de oxígeno puestas.

Aunque el comandante no había completado su formación CRM con la periodicidad establecida en el MO por alguna incidencia con el sistema de control de cursos del operador, se considera que la gestión y utilización de los recursos a su alcance durante la situación de emergencia, dada la situación, fue adecuada.

2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave y la producción del olor/humo en cabina

El evento de ingestión de aves en ambos motores ocurrido en el vuelo previo al del incidente fue determinante en varios aspectos sobre lo ocurrido al implicar una intervención mayor de mantenimiento en la aeronave.

El comandante inició el vuelo advirtiendo de la necesidad de estar especialmente atentos a la aeronave dado que era el primer vuelo después de una intervención de mantenimiento importante, aunque después el desarrollo de las actuaciones se vio influido más por la falta de confianza en el copiloto que por la posible valoración de este hecho.

Las revisiones programadas de mantenimiento realizadas a la aeronave se hicieron adecuadamente de acuerdo al programa aprobado de mantenimiento y al AMM. Así mismo, previos al suceso, se produjeron algunas intervenciones de mantenimiento correctivo según TSM donde se sustituyeron algunos componentes relativos al ATA 21 (A/C).

Tras el suceso la intervención postvuelo de un TMA, identificó la pérdida de líquido hidráulico a través de la bomba de hidráulico del motor 2 siendo su actuación de acuerdo a procedimientos y al AMM.

Dado que este hecho fue posterior al evento no parece estar relacionado con el mismo, considerando que los valores de presión de los tres sistemas de hidráulico, en especial el sistema amarillo vinculado a la EDP rota, durante todo el vuelo fueron adecuados. Es más, cualquier fuga de líquido hidráulico en la EDP no pudo ser la causa raíz del olor y humo detectados en cabina, porque un fluido hidráulico que proviniera de la EDP, se drenaría directamente a través de la tubería de drenaje al mástil de drenaje y no sería quemado a través del motor. De manera que solo lo quemado a través del motor, sería lo que podría contaminar el aire de la cabina.

Como se evidenció en intervenciones de mantenimiento anteriores confirmadas por el operador y la organización de mantenimiento, había precedentes de excesos de servicio, fundamentalmente grasas y aceites, en la sustitución de un motor.

Considerando que el olor fue percibido desde el inicio del vuelo, tras el encendido de los motores durante el rodaje para el despegue, y que entró en la cabina a través de las salidas del A/C, debió producirse por una causa vinculada al encendido de los motores, no vinculada a la pérdida de líquido hidráulico que todavía no se había producido. Así mismo debió estar vinculado a la conexión de los *packs* en tierra que permitió la distribución del olor.

Otros elementos a considerar como por ejemplo el hallazgo del recalentador (*reheater*) partido en una revisión de mantenimiento del *pack1*, se ha desestimado su implicación en el suceso, dado que su mal funcionamiento hubiera implicado altas temperaturas de descarga del *pack1*, fallos de indicación de flujo en este *pack*, fallos de la válvula de control del flujo del *pack* o sobrecalentamiento del propio *pack1*. Ninguno de estos fallos fue identificado.

Según los registros obtenidos del DAR, los valores correspondientes al caudal de flujo de aire a través de los *packs*, fue en todo momento correcto, por lo que también se desestima que estuviera involucrado algún tipo de mal funcionamiento del sistema neumático.

En cuanto a la posible influencia en el evento del sistema antihielo que suele estar presente, en este caso también se desestima, dado que según el COSRS no se utilizó.

El COSRS confirmó así mismo que el avión fue arrancado mediante la APU, por lo que, con anterioridad al despegue, durante el carreteo, en el período en el que se encontraban ambos *packs* conectados, el aire de cabina no provenía del sistema de sangrado de los motores y por tanto no se produjo el evento de humo mientras el avión estaba en tierra, si no que se inició con el cambio de configuración, ya en el ascenso, tras el cambio de potencia y conexión del *pack1*.

Lo que se constata por el propio diseño del sistema de A/C, es que sólo el *pack1* permite el paso de aire desde el motor 1, en exclusiva, y el *pack2* del motor 2, siempre que la válvula de sangrado cruzado esté cerrada, por lo tanto, el humo que entró en cabina cuando se conectó el *pack1* fue producido por distribución del aire del motor 1 donde debió quemarse el producto que fuera, dado que en vuelo el *pack2* de aire acondicionado conectado al motor 2 no fue utilizado.

Específicamente, el *pack1* se conectó en el rodaje para el despegue en el minuto 14:16:33 hasta el 14:25:42 (durante nueve minutos nueve segundos), y el *pack2* se conectó nada más arrancar en el minuto 14:12:12 hasta el 14:25:42 (durante trece minutos treinta segundos), de manera que estuvieron ambos *packs* conectados a la vez durante nueve minutos nueve segundos.

Antes del despegue, se desconectaron los dos *packs* y se mantuvieron desconectados hasta el momento 14:28:39. Tres minutos más tarde, se conectó el *pack1*. Durante el ascenso fue cuando comenzó a salir el humo en cabina, permaneciendo conectado hasta que los motores se pararon en pista a las 14:47:13 (durante 18 minutos 24 segundos).

Considerando que el humo apareció durante el ascenso, en el momento preciso en el que se conectó el *pack 1* del sistema de A/C alimentado con el aire de sangrado del motor 1, el motor 1 fue el único implicado.

En la intervención de mantenimiento previa al incidente la actuación sobre el motor 1 consistió en una inspección boroscópica para constatar que se había producido ingestión de aves como había informado la tripulación. Efectivamente fue confirmado, así como, que no se habían producido daños en el conjunto. Por lo tanto, la actuación fue la normal según el AMM, donde las tareas requeridas no exigen una limpieza del motor, por lo que presumiblemente pudieron quedar restos de aves en el interior que durante el vuelo siguiente se quemaran y contribuyeran al evento de olor/humo en cabina.

La tarea que sí debió realizarse es la AMM TASK 36-11-00200-804 que requiere la inspección de la ruta del flujo del aire frío de sangrado donde debió observarse la presencia de restos de aves y limpiarse, lo que presumiblemente no se realizó de forma adecuada dado que durante la realización de la misma no se detectaron residuos.

La inspección del motor 2 también detectó la ingestión de aves, pero en este caso con graves daños en los álabes del compresor de alta lo que implicó la sustitución del motor.

Tras la instalación del nuevo motor, durante la verificación de su funcionamiento según el AMM se debería haber realizado el rodaje con la conexión exclusivamente del *pack 2* dado que es lo requerido en la correspondiente subtarea, pero se realizó con él desconectado.

En consecuencia, la operación del motor no se comprobó con ambos *packs* del A/C conectados a la vez. Esto hubiera podido simular con mayor precisión el comportamiento operativo de los sistemas durante el vuelo posterior.

La identificación de la causa del olor en cabina, tiene una tarea específica en el *Manual de solución de problemas* (TSM). Por lo tanto, en las intervenciones de mantenimiento derivadas de la ingestión de aves no se contempla, por lo que no se vio la necesidad de probar el motor 2 con el *pack* 1 también conectado, lo que habría evitado presumiblemente, que ocurriera en vuelo la aparición de humo y olor, haciéndose presente durante el rodaje en tierra.

Los restos de aves en el motor 1 durante su funcionamiento, al quemarse, podrían provocar un olor no habitual en cabina, aunque el olor no tiene un receptor químico como fue descrito por la tripulación, lo que lleva a suponer que debió confluír con otros olores adicionales producidos por otras causas. Lo que parece en cualquier caso improbable es que los restos de aves produjeran la cantidad de humo denso que se produjo, lo que reafirma la suposición de la confluencia de diversos productos en combustión.

La liberación de humo en las cabinas se ha constatado según los registros de la aeronave que se produjo cuando se encendió el *pack* 1, en coherencia con las declaraciones de la tripulación.

En cuanto al volumen de humo liberado dependería de la cantidad de residuos en el motor y/o en los conductos. Según los reportes, se informó que el humo era espeso, pero que se disipó rápidamente en unos tres minutos, lo que es consistente con la hipótesis de que se quemaran varios tipos de productos presentes en el motor 1, residuos de grasas y aceites resultado de intervenciones de mantenimiento, incluidos posibles derrames sobre los componentes no limpiados adecuadamente, así como de los posibles restos de aves. Todos ellos agentes combustibles productores de humo denso y olores fundamentalmente a aceite quemado.

El hecho de que ya no se generara más humo trascurridos unos tres minutos, es consistente con que el diseño del sistema de aire acondicionado permite la renovación completa del aire de la cabina en ese tiempo y con que los agentes causantes habrían desaparecido por haber sido totalmente consumidos, lo que confirma la no identificación de fugas de aceite en la inspección postvuelo, y la no pérdida de presión de aceite durante el vuelo.

Así mismo todo esto es coherente con el hecho de que al no completarse la lista QRH, el *pack*1 nunca se desconectó y por tanto el aire de sangrado siguió alimentando el A/C ya sin humo, pero contaminado todavía por los productos de la pirólisis del aceite, con olor a quemado como describió la tripulación hasta el momento del aterrizaje, por impregnación de los conductos y filtros del sistema de sangrado y A/C.

Según un parte de mantenimiento (MAREP) del mismo día del incidente, varias horas antes se había realizado una revisión de mantenimiento en ambos motores, precisamente por fugas de aceite, con lo que se confirmaría la posibilidad de presencia de restos de aceite en los componentes revisados que no hubieran sido eliminados adecuadamente.

En cuanto a la presencia de olor a quemado desde que se inició el vuelo, es probable que se produjera cuando el *pack2* estaba conectado en tierra porque se quemaran restos de servicio de mantenimiento como lubricantes, productos de limpieza, etc., y que el olor persistiera por contaminación de los filtros del sistema de A/C. Además, también podría haber presencia de olores de tráfico cercanos como declaró la tripulación, que, añadidos a los anteriores, dificultaran su identificación.

Se concluye por tanto que como el motor 1 está vinculado al *pack1* que fue el único conectado en vuelo cuando se produjo el humo en cabina, el origen del humo está en el motor 1 que además sufrió ingestión de aves en el vuelo precedente, sin daños aparentes, por lo que es probable que los tubos de sangrado estuvieran contaminados por los restos quemados y que durante la operación del motor, además, se quemaran residuos de aceite y/o grasas resultado de la intervención previa de mantenimiento que conjuntamente causarían el olor y humo en cabina.

2.5. Análisis de los registros de vuelo

La conversión del fichero de datos de vuelo del registrador de la aeronave, proporcionó en general una información coherente con los testimonios de la tripulación y los registros proporcionados por el operador y el fabricante de la aeronave.

Los avisos identificados por el TMA que intervino en la aeronave tras el aterrizaje en su informe postvuelo, fueron relativos a la desconexión del piloto automático a las 14:42 UTC, y a las 14:46 UTC, a la presencia de "frenos calientes" y baja presión de aceite.

Otros registros analizados como la disminución en los valores de la presión de líquido hidráulico del sistema amarillo, poco antes de apagar los motores, son coherentes con el momento en el que se produjo la rotura de la EDP y la pérdida de líquido hidráulico.

Dado que la presión de aceite no varió durante todo el vuelo en ambos motores, cabe pensar que no se produjeron fugas de aceite, no obstante, se pudieron producir pequeñas pérdidas internas en juntas o sellos defectuosos o mal instalados en rodamientos de la caja de accesorios del motor, que sin mostrar evidencias externas de fugas, no producirían pérdidas de presión relevantes, o simplemente restos de aceite del servicio de mantenimiento que pudieron contaminar el aire de sangrado del motor 1 y pudieron intervenir en la producción de humo en cabina tras la conexión del *pack1*.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- La tripulación de la aeronave estaba en posesión de las licencias, permisos y certificados médicos necesarios para la realización del vuelo, válidos y en vigor.
- El comandante disponía de una experiencia de vuelo en la aeronave del suceso de 3634.07 horas de vuelo y tenía una antigüedad en la compañía 22 años.
- El copiloto disponía de una experiencia de vuelo en la aeronave del suceso de 261,13 horas de vuelo y llevaba en la compañía poco más de cuatro meses.
- Comandante y copiloto no disponían de experiencia de vuelo previa conjunta hasta el *pairing* del incidente iniciado el día 01/07/2018.
- La duración del vuelo desde el despegue hasta el aterrizaje fue de 17 minutos.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para la realización del vuelo.
- La aeronave disponía de toda la documentación en vigor.
- La aeronave era mantenida por una organización de mantenimiento autorizado por AESA como EASA Parte-145, con certificado en vigor y alcance adecuado al tipo de aeronave, perteneciente a la operadora.
- La aeronave fue construida en 2005 y tenía un registro acumulado de horas de vuelo de 31288:51 y 22385 ciclos.
- Las últimas revisiones de mantenimiento programado realizadas a la aeronave fueron una de tipo A1, dos meses antes del incidente que se realiza cada 750 horas de vuelo, 750 ciclos de vuelo o cuatro meses, y una tipo D el 03/03/17, la más completa y exigente realizada cada seis años conjuntamente con una tipo E, que se realiza cada doce años.
- La aeronave no sufrió daños aparentes como consecuencia del incidente.
- El vuelo del incidente era el primero después de una intervención mayor de mantenimiento por la ingestión de aves en ambos motores durante el vuelo precedente.
- Como consecuencia de la ingestión de aves, el motor 2 quedó dañado y fue sustituido. El motor 1 inspeccionado boroscópicamente fue encontrado dentro de límites operacionales dándolo apto para el servicio, pero sin realizarle una limpieza adecuada.
- Tras la instalación del nuevo motor 2, se rodaron los dos motores con los *packs* desconectados.
- Tras la revisión de mantenimiento por ingestión de aves los dos motores fueron rodados sin conectar los *packs* del sistema de A/C.
- El olor se percibió en la aeronave desde el principio del carreteo de la aeronave.
- El informe COSRS del comandante identificó el olor percibido antes de la aparición del humo en cabina como olor a aceite quemado.
- El humo se produjo al conectar el *pack* 1 en vuelo, percibiéndose en primer lugar en la cabina de mando y a continuación en la de pasajeros.
- El humo se fue haciendo más denso hasta disiparse totalmente transcurridos tres minutos desde su inicio.

- Tras el despegue solo se llegó a conectar el *pack* 1 y se mantuvo conectado hasta el final del vuelo. El *pack* 2 no se conectó en ningún momento.
- El flujo de aire proveniente del *pack* 1 procede en exclusiva del motor 1, y el del *pack* 2, del motor 2, siempre que la válvula de sangrado cruzado esté cerrada.
- El comandante actuó como PM hasta la declaración de emergencia MAYDAY pasando a ser PF.
- La tripulación declaró emergencia considerando conveniente el retorno al aeropuerto de origen.
- Comandante y copiloto iniciaron el reparto de tareas y la lectura del procedimiento QRH "*SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE*" haciendo uso de las máscaras de oxígeno.
- El procedimiento "*SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE*" no se completó debido a las dificultades de comunicación entre los tripulantes por el uso de las máscaras y a que el humo se había disipado, de manera que no se avanzó lo suficiente en el procedimiento QRH, como para que desconectaran el *pack*1 que introducía el humo en cabina.
- La coordinación de la tripulación con las diferentes dependencias ATC y los servicios de emergencia tras la declaración MAYDAY hasta el momento del desembarque de los pasajeros fue adecuada para la gestión del vuelo.
- La pantalla ECAM no mostró en ningún momento ningún tipo de aviso.
- En la inspección postvuelo, se encontró roto el eje de la bomba EDP del sistema hidráulico amarillo, y tras su sustitución volvió a romperse otra vez.
- En la inspección postvuelo se encontró con bajo nivel de fluido hidráulico el sistema hidráulico amarillo.
- Durante el vuelo no se observó ninguna indicación de fallo del sistema hidráulico.
- El nivel, la presión y la temperatura del sistema hidráulico amarillo, fueron normales durante todo el vuelo hasta la parada del motor.
- Durante la investigación se ha constatado que los datos registrados de temperatura del aceite del motor estaban decodificados erróneamente.
- A través de la investigación se ha determinado que la rotura reiterada del eje de la bomba de hidráulico según el informe del fabricante de la bomba, con gran probabilidad se producía por un inadecuado montaje.
- La investigación ha revelado que la fuga de líquido hidráulico del sistema amarillo no está relacionada con el humo en cabina.
- No se requirió asistencia médica ni para la tripulación ni para los pasajeros, solo un TCP acudió al servicio médico del operador sin requerir tratamiento médico posterior.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado como probable causa del incidente, la propagación de humo en las cabinas de la aeronave a través de las salidas de aire acondicionado como consecuencia de la contaminación del aire de sangrado del motor 1 por una práctica de mantenimiento inadecuada.

El aire fue probablemente contaminado por residuos de grasas, aceites y restos de aves quemados durante el funcionamiento normal del motor, no eliminados por las correspondientes prácticas de mantenimiento tras evidenciar la ingestión de aves en el vuelo precedente, y de fugas de aceite producidas durante una actuación previa de mantenimiento.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 44/20: Se recomienda al operador, Iberia L.a.e., S.A., que intensifique la formación de las tripulaciones en el ámbito de CRM, prestando, en el caso de tripulaciones en la fase inicial de vuelo, especial atención a la importancia que las competencias CRM tienen en la correcta ejecución de los procedimientos en general y en las situaciones de emergencia en particular.

REC 45/20: Se recomienda al operador, Iberia L.a.e., S.A., que transmita a su personal de mantenimiento como buena práctica, que durante la realización de montajes e instalaciones de elementos, componentes, dispositivos, etc. se aseguren que las superficies, filtros y/o conducciones del sistema de sangrado de los motores y del sistema de A/C en general, estén libres de posibles residuos de grasas, aceites lubricantes o cualquier otro producto que pudiera contaminar el sistema de aire acondicionado de las aeronaves de la serie A320, aumentando el riesgo de la producción de humo en cabina durante el vuelo.

REC 46/20: Se recomienda al operador, Iberia L.a.e., S.A., que implemente las medidas necesarias para garantizar en su flota A320, la fiabilidad de los datos registrados del parámetro de temperatura de aceite del motor, así como, su correcta decodificación.

En relación con la serie A320, se emite la siguiente recomendación de seguridad al fabricante de la aeronave, para que cuando se produzca un evento de ingestión de aves, se garantice que el motor, el sistema de sangrado y de aire acondicionado son probados completamente para detectar la presencia de restos de contaminantes antes de que se realice el próximo vuelo, y así reducir el riesgo de que se produzca un evento de humo / olor en vuelo. De manera que, si se detectara humo / olor en la cabina durante el rodaje del motor, se podría solucionar de acuerdo a la tarea de TSM correspondiente.

REC 47/20: Se recomienda al fabricante Airbus que suplemente en el AMM/TSM de las series A320, la subtarea correspondiente para que en los casos en los que se evidencie que se ha producido ingestión de aves en el motor, se realice un rodaje de dicho motor con los *packs* del sistema de aire acondicionado y de sangrado conectados, independientemente de si se han producido o no daños en el motor.

5. ANEXOS

5.1. Información específica de la aeronave relacionada con el incidente

5.1.1. Sistema de aire acondicionado de la aeronave (ATA21)

El sistema neumático es el que proporciona el flujo de aire (obtenido del sangrado de aire de los motores) necesario para el funcionamiento de algunos sistemas del avión, entre ellos los *packs* de aire acondicionado 1 y 2, que son los encargados de suministrar el aire acondicionado con el que se presurizan y acondicionan tanto la cabina de mando como la cabina de pasajeros.

El sistema de aire acondicionado mantiene el aire de los compartimentos presurizados a la presión y temperatura correctas, así como la ventilación del compartimento de aviónica y la ventilación y calefacción de las bodegas.

A continuación, se incluye un breve resumen de cómo funciona este sistema dado que se hará referencia a varios de los componentes de dicho sistema a lo largo del informe.

La temperatura deseada en las cabinas se proporciona mediante la mezcla de aire frío proveniente de los denominados *packs* y del aire caliente proveniente del sangrado de los motores o de la APU.

La aeronave del suceso está equipada con dos *packs* situados en la parte inferior del fuselaje cercana al encastre de las alas y delante del tren de aterrizaje. Cada *pack* es un conjunto de componentes donde se enfría el aire caliente suministrado por el sistema de sangrado de los motores, de la APU o de grupos de tierra, que se encuentra a una temperatura entre 100° y 250°C. El caudal de este aire está regulado por las válvulas de control de flujo (FCV, *Flow Control Valve*) que actúan también como válvulas de corte de los *packs*.

El sistema funciona básicamente como se indica a continuación (Figura 5):

1. El controlador de zona (*Zone Controller*) es el ordenador que se encarga de controlar la temperatura de las diferentes zonas del avión, que comunica con el controlador de *pack* (*Pack Controller*), obedeciendo sus indicaciones, moviendo las válvulas necesarias para conseguir un flujo de aire a una temperatura determinada y así conseguir la temperatura seleccionada por los pilotos.
2. Una vez regulado el aire de sangrado en presión y temperatura, después de la válvula de control de flujo, pasa al intercambiador primario (*Primary Exchanger*), donde es enfriado y pasa a un compresor donde se comprime y se eleva su temperatura transmitiéndose al intercambiador principal (*Main Exchanger*), donde nuevamente vuelve a ser enfriado con aire del exterior del avión.

3. A continuación, el aire es calentado por un recalentador (*Reheater*) pasando después por unos condensadores (*Condensators*) que condensan y expulsan el agua que pudiera contener el aire de sangrado. Este aire es dirigido a una turbina donde se enfría nuevamente alcanzando una temperatura entre 0° y 5°C que es el aire resultante de cada uno de los *packs*.

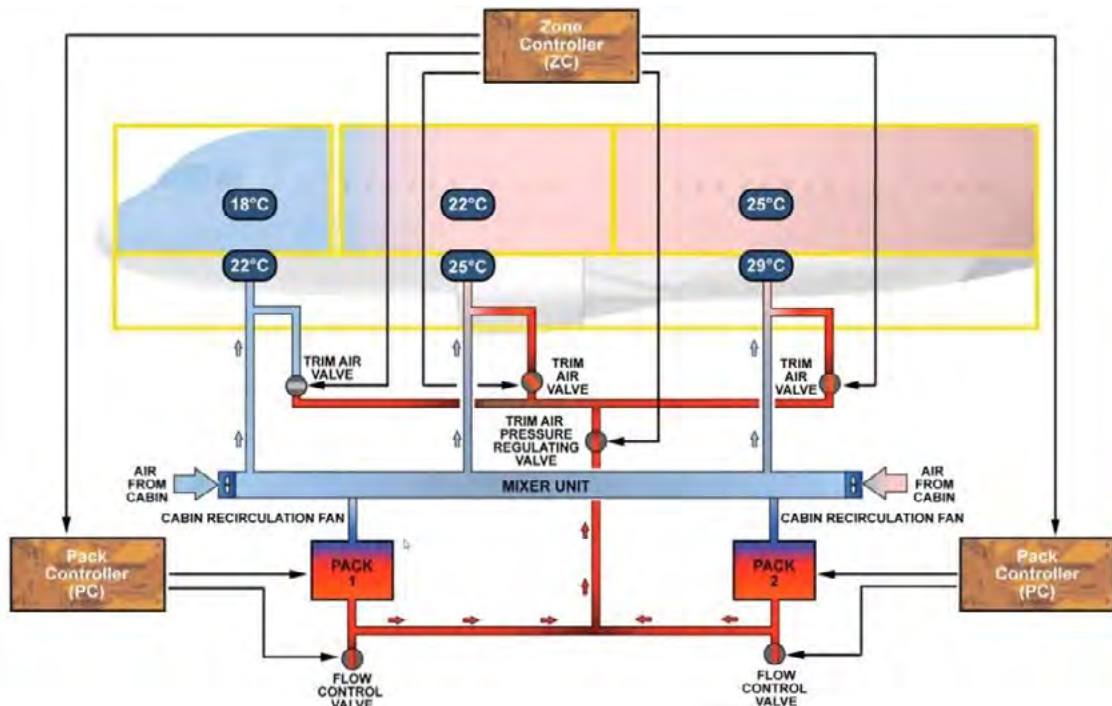


Figura 5. Esquema del sistema de aire acondicionado

4. El aire procedente de los *packs* se dirige a la unidad mezcladora (*Mixer Unit*) donde se mezcla con el aire recirculado de la cabina de pasajeros para después canalizarse específicamente a las tres zonas del avión: la cabina de mando, la zona delantera y la zona trasera de la cabina de pasajeros. En caso de emergencia, esta unidad mezcladora podría recibir aire directamente del exterior del avión, como, por ejemplo, en el caso de presencia de humo en cabina, limpiando el aire contaminado.
5. Finalmente, el aire frío que proviene de la unidad mezcladora a cada zona del avión es mezclado con aire caliente proveniente directamente de los motores o de la APU gestionado por el controlador de zona mediante las válvulas reguladoras o *Trim Air Valves* que proporcionan según su posición, más o menos aire caliente traduciéndose en una mayor o menor temperatura dentro del avión.

El aire utilizado para presurizar y ventilar las cabinas es extraído mediante purgado de los compresores de los motores en vuelo o de la APU en tierra. Este aire de purga pasa a continuación a través del sistema de aire acondicionado del Sistema de Control Ambiental (*ECS: Environmental Control System*) antes de ser distribuido a las cabinas.

Un problema en la APU podría contaminar ambos paquetes ECS, mientras que un problema en los motores, implicaría que si ocurre en el motor 1 solo podría contaminar el ECS *pack* 1 y si es en el motor 2, solo en el ECS *pack* 2, siempre que la válvula de sangrado cruzado esté cerrada. Si se produce algún tipo de contaminación por ejemplo por un evento de humo/olor en cabina, según el AMM y el TSM del fabricante, después del evento se deberá proceder a descontaminar los *packs*. Para garantizar la calidad del aire en cabina, se deberá asegurar la limpieza de los componentes y conducciones de suministro de aire a los paquetes ECS, la instalación de filtros de partículas de alta eficiencia (HEPA) en el sistema de recirculación y el correcto funcionamiento de las válvulas de control de flujo de los paquetes ECS que influyen en el flujo de aire fresco en la aeronave.

La contaminación del aire puede ser causada por diferentes fuentes, ya sean internas o externas a la aeronave, siendo habituales las siguientes:

- La ingesta de gases de escape o vapores de combustible por el sistema de aire acondicionado cuando el avión está en tierra, creando olores desagradables temporales a bordo.
- Contaminación del aire de sangrado por aceite y sus productos de pirólisis como resultado de condiciones defectuosas en los motores o APU, especialmente debido a fallos en los sellos de aceite o cojinetes, errores o irregularidades en los procedimientos de mantenimiento del motor o APU.
- Contaminación del aire de la cabina por fluidos antihielo o deshielo, o fluido hidráulico de la aeronave debido a un mal funcionamiento del sistema o fallos de funcionamiento.

La configuración del sistema de aire acondicionado implica que un olor excepcional que llega a través del sistema de sangrado es percibido en primer lugar en la cabina de mando porque aquí el flujo de aire fresco es ligeramente más alto que en la cabina de pasajeros. Además, la cabina de mando recibe una alta proporción de su aire fresco del sistema de sangrado del motor 1, mientras que la cabina de pasajeros recibe la mayor parte de su aire fresco del sistema de sangrado del motor 2. De manera que un olor procedente del sistema de sangrado del motor 1 y su paquete ECS, se percibirá antes en la cabina de mando que en la cabina de pasajeros.

Una vez que se produce un olor excepcional por contaminación de alguno de los agentes descritos anteriormente, alcanzados los conductos de distribución, el contaminante ya queda atrapado en los intercambiadores de calor, en los condensadores de los *packs* ECS, así como en los conductos de sangrado de aire de los motores, e incluso en la unidad mezcladora.

El fabricante de la aeronave proporciona un procedimiento de descontaminación completo basado en el nivel y la fuente de contaminación. Las tareas incluidas en este procedimiento instruyen la limpieza de los componentes de ECS paso a paso según los resultados de los diferentes pasos. La sustitución de los filtros de recirculación del sistema ECS está indicada en algunos casos, pero no en todos, en función de los hallazgos, el nivel de contaminación y el contaminante identificados.

5.1.2. Información sobre la calidad del aire en cabina

Para la evaluación de las posibles causas que produjeron el humo en cabina en el suceso objeto de investigación, se han tenido en consideración diversos estudios tales como el realizado por AESA sobre la "Calidad del aire en cabina de aeronaves presurizadas", los realizados por el fabricante de la aeronave (i.e. AIRBUS In Service Information²⁰ Ref. ISI 21.00.00139) y los basados en los reportes de este tipo de sucesos que facilitan una estadística de referencia, así como, la información divulgada por EASA a través de su proyecto FACTS sobre la calidad del aire en cabina.

De estos estudios se pueden establecer como fuentes de emanaciones, olores y humo a bordo, con mayor probabilidad de ocurrir, a las siguientes, que serán consideradas en el apartado 2 Análisis, de este informe:

Fuentes de tipo interno:

- aceite de la APU
- aceite de motor
- combustible
- fluido hidráulico
- fluido antihielo
- fallos eléctricos
- productos resultantes de la limpieza del compresor del motor
- emanaciones de gases de escape del propio motor o vapores de combustible ingeridos por el sistema de aire acondicionado cuando el avión está en tierra (estos olores tienen carácter temporal)
- fallos en el ventilador de recirculación
- contaminación del sistema ECS por eventos previos.

Fuentes de tipo externo:

- vehículos en tierra (emanaciones de gases de escape de motores de otras aeronaves u otros vehículos, o vapores de combustible)
- ozono

Por último, existen las causas cuyo origen se encuentra en elementos introducidos en las cabinas como, por ejemplo, equipaje de mano, productos de limpieza, desinfectantes, alimentos, equipos de cocina y de los aseos.

¹ Airbus ISI: este tipo de estudios informa a los operadores sobre los antecedentes, las mitigaciones disponibles (o en curso) y las mejores prácticas para abordar los eventos de humo

El sistema de la aeronave implicado principalmente corresponde al ATA 21 de aire acondicionado, contribuyente principal de la distribución de los posibles contaminantes, olores y humo en las cabinas.

Estadísticamente según el fabricante de la aeronave, las causas más probables de la presencia de humo en cabina durante las operaciones normales son las siguientes:

- por fallo en los equipos eléctricos y cortocircuitos en el cableado eléctrico;
- por sobrecalentamiento del equipamiento debido al mal funcionamiento de los termostatos u otros dispositivos de control;
- por la fuga de aire muy caliente a través de los conductos neumáticos;
- por derrames de fluidos combustibles como el aceite hidráulico o glicol, sobre superficies calientes;
- por el sobrecalentamiento de los hornos de los *galley*s (cocinas) y el derrame sobre los mismos de aceites o grasas de los alimentos.

En cuanto a los sistemas de la aeronave que suelen causar la presencia de humo en cabina, se encuentran los motores y la APU.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la resolución de problemas después de un evento de humo o vapores no siempre identifica la causa.

Ante un evento de humo en cabina se han de aplicar los procedimientos operacionales correspondientes según el FCOM (*Flight Crew Operating Manual*). En particular, el procedimiento de emergencia para limpiar la cabina de humos y emanaciones.

En estos procedimientos se contempla como acción prioritaria para maximizar la seguridad operacional, la autoprotección de los pilotos mediante gafas y máscaras de oxígeno, para a continuación, proceder a informar al servicio ATC e intentar aislar en la medida de lo posible las posibles fuentes emisoras del aire que llega a la cabina, como por ejemplo la APU, los packs del sistema de aire acondicionado, los ventiladores de recirculación de aire, etc. Seguidamente se intentará mejorar la calidad del aire en cabina modificando la ventilación, pudiendo ser necesario el descenso a una altura de seguridad para utilizar una fuente de aire adicional o incluso facilitar la evacuación del humo en cabina.

5.1.3. Circular de OACI n° 344-AN/202 relativa a eventos de humo en cabina

La circular de OACI n° 344-AN/202 "*Guidelines on Education, Training and Reporting Practices related to Fume Events*", instruye sobre la posible identificación del agente causante del humo en cabina y su particular olor dispersado.

Aunque los descriptores de olor son subjetivos, no obstante, pueden proporcionar una idea bastante aproximada del agente causante o al menos son un punto de partida útil para la investigación. Por ello, el TMA que inspecciona la aeronave tras el suceso, debe revisar la información proporcionada mediante el formulario de notificación de olor en cabina (*COS, Cabin Odor Sheet*) sobre cualquier síntoma experimentado por los ocupantes de la aeronave.

Los descriptores estándar de definición del tipo de olor detectado son:

- Acre: correspondiente a olores producidos por fallos en equipos eléctricos y por fugas de aceite de motor.
- Quemado: producido por fallos en equipos eléctricos, en los *galley*s, o por ingestión de aves en el motor.
- Calcetines sucios: por derrames de aceite de motor o de la APU contaminando el ECS.
- Skydrol: por líquido hidráulico de motor.

Una vez que se haya recopilado la información del formulario COSRS, la circular de OACI indica que el TMA debe centrarse en identificar la causa raíz, a partir del componente donde se produjo, así como “aguas arriba” del mismo.

Si los indicios apuntan a que el fluido hidráulico pudiera ser la fuente de humo, por ejemplo, a través de los descriptores de olor, el TMA deberá realizar una revisión pormenorizada de la aeronave, buscando la posible evidencia de fluido derramado por el fuselaje cercano a una entrada de aire. Los actuadores, incluso en el tren de aterrizaje, deben también revisarse para detectar posibles signos de fugas de fluido hidráulico, así como las zonas circundantes al área de servicio hidráulico, ya que un mantenimiento excesivo o un derrame durante el mantenimiento puede hacer que el fluido hidráulico se salga del área de servicio y se vierta en una entrada de aire.

Si las indicaciones son sobre el aceite del motor, el TMA deberá realizar una inspección visual de los motores y del área de la APU, en busca de cualquier evidencia de aceite que sugiera un sello o juntas de aceite defectuosos, o la posible acumulación de aceite en las cubiertas, que pudiera causar la contaminación de los sistemas de sangrado, según la configuración de los paquetes del sistema de aire acondicionado durante el suceso.

El aceite en estas áreas podría indicar un motor con exceso de servicio o derrames asociados con un servicio inadecuado. Ambos escenarios podrían provocar la ingestión de aceite en la sección del compresor y la entrada de humos de aceite al sistema de aire de sangrado del motor.

Si no se observa una acumulación externa de aceite, se investigará una posible fuga interna. Si la producción de humo producido supuestamente por aceite es identificada justo después del arranque del motor, puede deberse a un diferencial de presión en las juntas sellantes del motor, por lo que deberá identificarse la existencia de un aumento del consumo de aceite en cualquiera de los motores, pudiendo limitarse la investigación al motor que presentaba mayor consumo. En este caso se procederá a la desconexión de los conductos de purga de baja y alta presión en el motor para determinar si hay evidencias de aceite quemado (coquización) en cualquiera de los conductos. Si es así, el motor debe ser considerado la fuente de la contaminación.

Si no fuera posible quitar los conductos del motor, deberán revisarse los conductos lo más cerca posible del motor. Si el sistema de aire acondicionado está equipado con un separador de agua, deberá verificarse la posible contaminación de aceite en este componente, ya que si se encuentra contaminación, indicaría una fuga de aceite o del motor o de la APU, lo cual podrá identificarse rastreando los conductos de regreso a cada fuente de sangrado.

Si el ACM (*Air Cycle Machine*), o máquina de ciclo de aire, es decir, el sistema de refrigeración del sistema de control ambiental (ECS), está equipado con cojinetes lubricados con aceite, deberá evaluarse si el nivel de aceite es bajo o si el ACM está consumiendo mucho aceite, lo que podrá comprobarse si hay signos de contaminación en el interior de los conductos de salida.

Si los olores no están relacionados con el aceite o el fluido hidráulico, entonces se deben considerar también otro tipo de causas ambientales como, por ejemplo:

- si a la aeronave se le aplicaron los procedimientos antihielo antes del suceso.
- si los olores se percibieron en tierra y se disiparon después del despegue, podría deberse a que el equipo de tierra se haya dejado funcionando cerca del avión.
- si la aeronave estuvo en espera para el despegue detrás de otras aeronaves, los gases de escape de otros aviones frente a la aeronave del incidente pueden haber sido ingeridos por el sistema de aire.
- si el olor comenzó justo después del arranque del motor, debe considerarse la posibilidad de que hubiera habido un fuerte viento de cola que hubiera causado que los gases de escape entraran al sistema de aire.
- si aparecieron olores en vuelo que desaparecieron también en vuelo, podrían considerarse otras fuentes como agentes ambientales en la trayectoria de vuelo, como incendios, etc.

5.1.4. Documentos de referencia del fabricante de la aeronave

Por su implicación en el incidente se han evaluado los siguientes documentos del fabricante de la aeronave, así como las tareas específicas incluidas en el *Manual de mantenimiento* (AMM), que se realizaron con motivo de la sustitución del motor 2:

- AMM 29-11-51-860-040-A - *Hydraulic Maintenance Procedure after an Engine Installation (with Engine Pump Installed) or after an Engine Pump Installation*: cabe destacar entre las tareas a realizar las concernientes a la revisión completa de los sistemas hidráulicos así como sus conexiones, tras la instalación de un nuevo motor, para garantizar que no existe ningún tipo de fugas.
- AMM 05-51-19-200-001-A - *Inspection of the Engine after a Bird Strike or Slush Ingestion*: se destaca la necesidad de inspeccionar toda la trayectoria del flujo de aire frío tras el impacto/ingestión en el motor de aves o granizo.
- AMM 29-13-51-400-004-A - *Installation of the Yellow Engine Pump*: se realizó esta tarea para poder instalar la bomba del sistema hidráulico amarillo tras su rotura.
- AMM 21-52-00-00 CONF 00 – *Air cooling system*: en esta tarea se describe la instalación de los calentadores (reheaters) entre el intercambiador de calor principal y los condensadores.
- AMM 71-00-00-400-042-A - *Installation of the Power Plant*: en esta tarea se detalla la instalación de un nuevo motor, pero cabe destacar que no se hace referencia a la necesidad de comprobar el funcionamiento adecuado del motor durante su rodaje conjuntamente con el otro motor o con los dos *packs* (1 y 2) del sistema de aire acondicionado conectados.

5.1.5. Percepción de olores/humo en cabina

Considerando las diferentes evidencias halladas tras la inspección de la aeronave después del incidente, donde se detectó una pérdida de líquido hidráulico; las previas al incidente, que mostraban la ingesta de aves en los motores y su posterior intervención de mantenimiento donde se utilizaron los correspondientes productos de limpieza y servicio de los motores, así como, la información reportada a través del informe COSRS donde se identificó el tipo de olor percibido como olor a aceite, se aprecia la variedad de elementos que pudieron influir en la producción del humo y del olor en cabina.

Hay muchos factores diferentes que afectan además a la interpretación de un olor cuando es percibido por el ser humano, tales como la intensidad con la que se percibe, la frecuencia y el conocimiento de la percepción, así como la expectativa sobre el mismo, pudiendo llegar a interpretar un mismo olor de forma diferente. Así la percepción de un determinado olor conocido en un escenario desconocido puede llegar a ser identificado como una amenaza y por lo tanto a aumentar el nivel de estrés en el perceptor, incluso a provocar efectos fisiológicos reales.

La interpretación de un olor se basa generalmente en la experiencia, en la información no sensorial del perceptor, además de la sensorial como la irritación de los ojos, la pungencia nasal, etc., que completan la posible interpretación. En cualquier caso, estos criterios de identificación no son objetivos.

Por todo ello, un olor puede influir en la percepción de riesgo en una determinada situación desencadenando reacciones conscientes y subconscientes.

En el caso del presente suceso, cabe destacar que el comandante indicó que durante el rodaje para el despegue percibió “un ligero olor a quemado, difícil de precisar” como a “pegamento quemado” pero que como había otro tráfico muy cerca que estaba saliendo, pensó inicialmente que podría tratarse del gas de escape de ese avión que había entrado en el sistema de aire acondicionado, aunque según sus palabras “algo le decía que había algo mal”. No obstante, continuó el ascenso sin darle mayor importancia hasta que comenzó a entrar humo en la cabina.

El sobrecargo mientras estaba dando el mensaje de presentación, también percibió olor a quemado. Simultáneamente, le avisaron dos de los TCPs de la presencia de humo en la cabina de pasajeros, comprobando que, a la altura de las ventanillas de emergencia, había una cantidad importante de humo e intentaron identificar el foco del posible fuego.

Transcurrido un breve espacio de tiempo, el humo se disipó totalmente, por lo que el sobrecargo pensó, según sus palabras, “que lo más probable es que se hubiera quemado aceite o líquido hidráulico en un motor y hubiera entrado por el sistema de ventilación del avión”.

5.1.6. Procedimiento de emergencia “humo en cabina” (QRH, “Quick Reference Handbook”)

La gestión del humo en cabina según los FCOM y FCTM del A320 indican que, si la tripulación detecta humo, sin ningún aviso ECAM, la tripulación de vuelo se referirá directamente al procedimiento QRH SMOKE / FUMES / AVNCS SMOKE.

El QRH consiste en procedimientos específicos que no están incluidos en el ECAM. Deben ser iniciados en situaciones inusuales o de emergencia por el PF cuando ya se tenga asignada una ruta de vuelo apropiada y al menos se esté a 400 ft sobre la pista si el fallo ocurre durante el despegue, la aproximación o un “go-around” (en algunos casos de emergencia, proporcionada la ruta apropiada, el PF puede iniciar acciones antes de esta altura). El PM leerá la lista, y el PF responderá una vez comprobada la configuración existente.

En el caso del incidente, el comandante tras adoptar la función de PF al aparecer el humo en cabina, fue el que inició el QRH, ordenando al copiloto el uso de las máscaras de oxígeno y la lectura de la lista.

El fabricante indica que el procedimiento SMOKE / FUMES / AVNCS SMOKE QRH implementa una filosofía global que es aplicable tanto a los casos de humo en la cabina de pasajeros como en el *cockpit*. Esta filosofía incluye los siguientes pasos principales:

- Anticipar el desvío
- Acciones inmediatas

Se resalta que el tiempo es crítico y por ello se debe anticipar el desvío de forma inmediata. En el caso del incidente, esta decisión fue tomada inmediatamente.

El procedimiento no llegó a completarse más allá del uso de las máscaras de oxígeno y de iniciar la desviación de la ruta, según el comandante por las dificultades de comunicación entre los tripulantes por el uso de las máscaras y a que el humo se había disipado completamente. Finalmente, la tripulación se retiró las máscaras y realizó la aproximación y el aterrizaje sin incidencias.

Según los manuales, la tripulación puede abandonar el procedimiento QRH si las condiciones por las que se inició, desaparecen.

El QRH "SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE" incluye las siguientes actuaciones:

- 1.- Aterrizar lo antes posible.
 - 2.- Si se requiere: la tripulación en 100% emergencia, utilizar máscaras de oxígeno.
 - Si se percibe humo, aplicar inmediatamente:
 - *Blower*: anular
 - *Extract*: anular
 - *Cab fans*: off
 - *Galy and cab*: off
 - *Signs*: on
 - *Ckpt / cab com*: establecer comunicación
 - 3.- Si la fuente de humo es obvia, accesible y extingible: aislar el equipo defectuoso.
 - 4.- Si la fuente no es inmediatamente aislable:
 - Iniciar la desviación de la ruta
 - Iniciar el descenso FL100 o MEA, o altitud mínima para salvar obstáculos.
 - 5.- Si el humo llega a convertirse en una gran amenaza:
 - Considerar eliminar el humo u olores, así como considerar el procedimiento para establecer la configuración de emergencia eléctrica.
 - 6.- Si en cualquier momento del procedimiento, la situación es inmanejable:
 - Considerar aterrizar inmediatamente.
 - 7.- Si tiene sospecha de que el humo procede del aire acondicionado:
 - *APU Bleed*: OFF
 - *BLOWER*: AUTO
 - *EXTRACT*: AUTO
 - *ALL CARGO ISOL VALVES*
 - *pack 1*: OFF
- Si el humo continua:
- *pack 1*: ON
 - *pack 2*: OFF

Si aun así todavía persiste el humo:

- *pack 2: ON*
- *BLOWER: OVRD*
- *EXTRACT: OVRD*
- Considerar eliminar el humo.

8.- Si se sospecha que el humo viene de algún equipo de cabina hay otro procedimiento.

9.- Si el humo desaparece en menos de cinco minutos, entonces restaurar la ventilación normal.

Durante la gestión de la emergencia, la tripulación de mando ejecutó los dos primeros pasos de la lista de chequeo y tras desaparecer las condiciones por las que se inició el procedimiento, lo abandonó.