

CIAIAC

**Comisión de Investigación
de Accidentes e Incidentes
de Aviación Civil**

INFORME TÉCNICO

IN-069/2002

**Incidente de la aeronave
BOEING B-747-300 matrícula
TF-ATH, en el Aeropuerto de
Madrid-Barajas el 14 de
Septiembre de 2002**



**MINISTERIO
DE FOMENTO**

IN-69/2002

INFORME TÉCNICO

**Incidente de la aeronave BOEING B-747-300
matrícula TF-ATH, en el Aeropuerto de
Madrid-Barajas el 14 de Septiembre de 2002**



MINISTERIO
DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES E INCIDENTES
DE AVIACIÓN CIVIL

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: 91 597 89 60
Fax: 91 463 55 35

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

c/ Fruela 6, planta 1
28011 Madrid (España)

ADVERTENCIA

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

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional y el Real Decreto 389/1998, de 13 de marzo, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes de aviación civil, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes. Los resultados de la investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier expediente sancionador que, en relación con el evento, pudiera ser incoado con arreglo a lo previsto en la Ley de Navegación Aérea.

INDICE

1.- INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	1
1.1.- Reseña del vuelo	1
1.2.- Daños a personas	7
1.3.- Daños sufridos por la aeronave	7
1.4.- Otros daños	7
1.5.- Información sobre el personal	8
1.5.1.- Piloto al mando	8
1.5.2.- Copiloto de servicio en el momento del incidente	8
1.5.4.- Copiloto de refresco	9
1.5.6.- Sobrecargo	10
1.6.- Información sobre la aeronave	10
1.6.1.- Célula	10
1.6.2.- Mantenimiento previo	10
1.6.3.- Procedimiento de repostaje de combustible	11
1.6.4.- Descripción General del Sistema de Frenos	11
1.6.5.- Controles, indicadores, y luces de aviso del sistema de frenos	12
1.6.6.- Procedimientos normales	13
1.6.7.- Lista de Equipo Mínimo ("Master Equipment List", MEL)	15
1.7.- Información meteorológica	15
1.8.- Ayudas a la navegación	16
1.9.- Comunicaciones	17
1.10.- Información sobre el aeródromo	17
1.11.- Registradores de vuelo	19
1.11.1.- Registrador de Datos de Vuelo (FDR)	19
1.11.2.- Registrador de Voces en Cabina (CVR)	20
1.12.- Información sobre el los restos de la aeronave y el impacto	21
1.13.- Información médica y patológica	22
1.14.- Fuego	22
1.15.- Supervivencia	22
1.16.- Ensayos e investigaciones	23
1.16.1.- Declaraciones de testigos	23
1.16.1.1.- Piloto al mando	23
1.16.1.2.- Copiloto	24
1.16.1.3.- Operador técnico de vuelo	25
1.16.1.4.- Copiloto de refresco	26
1.16.1.5.- Operador técnico de vuelo de refresco	27
1.16.1.6.- Sobrecargo	27
1.16.1.7.- Observador en tierra	28
1.16.1.8.- Operarios de tierra	29
1.16.2.- Ensayo estático del sistema de frenos	29
1.16.3.- Prueba del sistema de frenos en rodaje	31

1.17.- Información orgánica y de dirección.....	36
1.17.1.- Movimiento en superficie en el Aeropuerto de Madrid-Barajas.	36
1.18.- Información adicional.	37
1.18.1.- Entrenamiento de refresco para las tripulaciones de B-747.....	37
1.18.2.- Admisión a la cabina de vuelo y tripulantes de vuelo en sus posiciones.	37
1.19.- Técnicas de investigación útiles o eficaces.	38
2.- ANÁLISIS.....	39
2.1.- Circunstancias generales del vuelo.	39
2.2.- Arranque de motores y remolcado.	40
2.3.- La decisión de cancelar el vuelo y retornar rodando a la pasarela.	41
2.4.- Resumen de los factores que influyeron en el suceso.....	43
2.5.- Discusión de posibles recomendaciones de seguridad.....	44
2.5.1 Discusión sobre la influencia del sistema de frenos del B-747.....	45
3.- CONCLUSIONES	48
3.1.- Evidencias.....	48
3.2.- Causas.....	48
4.- RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.....	50
5.- APÉNDICES	51

Abreviaturas

00 °C	Grados centígrados
00° 00' 00"	Grados, minutos y segundos
ACP	Bomba eléctrica
ADP	Bomba movida por aire
APU	Unidad Auxiliar de Potencia
ATC	Control de tráfico aéreo
CM-1	Piloto al mando
CM-2	Copiloto
CM-3	Operador técnico de vuelo o ingeniero de vuelo
CVR	Registrador de Voces en Cabina
EDP	Bomba movida por el motor
EGT	Temperatura de los gases de escape
FDR	Registrador de Datos de Vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo ("Flight Management System")
ft	Pies
g	Aceleración de la gravedad
GMC	Control de Movimientos en Tierra en el Aeropuerto de Barajas
h: min: seg	Horas, minutos y segundos
hPa	Hectopascal
IAS	Velocidad indicada
IFR	Reglas de Vuelo Instrumental
JAR	Requisitos conjuntos de aviación
Km	Kilómetros
Kt	Nudo, nudos
lb	Libra, libras
m	Metro, metro
mb	Milibares
MEL	Lista de Equipo Mínimo
METAR	Informe meteorológico ordinario
MHz	Megahertzios
N/A	No afecta
OTV	Operador técnico de vuelo o ingeniero de vuelo
P/N	Número de la Parte (Part Number)
PSI	Libras por pulgada cuadrada (unidad de presión)
S/N	Número de serie
TCP	Tripulante de cabina de pasajeros
TWR	Torre de Control
U T C	Tiempo Universal Coordinado

1.- INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1.- Reseña del vuelo.

La tripulación de la aeronave TF-ATH, que iba a volar a México D.F. el 14 Septiembre de 2002, con hora prevista de salida a las 12:30 h local, estaba compuesta por el piloto al mando (CM-1), el copiloto (CM-2), el operador técnico de vuelo (CM-3), un copiloto de refresco y un operador técnico de vuelo de refresco. El vuelo llevaba mucho retraso, por lo que el CM-1 y el CM-2 subieron al avión sobre las 16:50 h local.

Según cálculos efectuados, el peso al despegue era de 364291 kg, y a bordo había 18 tripulantes y 355 pasajeros. El peso máximo al despegue de la aeronave es 374850 kg.

El B-747-300 estaba aparcado junto a la pasarela T-1 del Aeropuerto de Madrid-Barajas. El vuelo llevaba un retraso de más de 4 h sobre la hora estimada de salida debido a que el avión había llegado ya retrasado del vuelo anterior y debido a labores de mantenimiento. El vuelo anterior había sido un La Habana-Madrid, en el cual el indicador de temperatura de gases de escape (“Exhaust Gas Temperature” o EGT) del motor número 3 fue calificado como “no operativo”. Además, se consignó después de dicho vuelo que había una diferencia entre el combustible cargado, medido con varilla, y el combustible indicado en cabina por el indicador del depósito número 2.

Se cambió el indicador de EGT número 3 en Madrid. Puesto que durante el vuelo de crucero desde La Habana parecía que la diferencia de indicación de combustible se había corregido, se repostó el avión tras aterrizar en Madrid midiendo la cantidad por varilla, y no había diferencia con la indicación en cabina. Por lo tanto, el reporte de problemas con la indicación de combustible se mantuvo “en observación”.

Al llegar al avión, la tripulación del vuelo Madrid-México observó que había un importante derrame de combustible de los depósitos de estribor, que estaban siendo repostados. El operador técnico de vuelo de refresco ya estaba allí hablando con los operarios para intentar detener el derrame. También los bomberos se encontraban en la zona y estaban rociando el combustible derramado para evitar cualquier riesgo de incendio.

La tripulación subió a bordo y comenzó a preparar la cabina para el vuelo. El derrame de combustible continuó durante algún tiempo, incluso cuando los pasajeros embarcaban a través de la pasarela T-1. La sobrecarga entró en la cabina de vuelo para informar al comandante que algunos pasajeros estaban observando la caída de combustible a través de las ventanillas del avión.

Finalmente, el derramé se cortó. El comandante le dijo al operador técnico de vuelo de refresco que se fuese a la cabina de pasajeros, para permitir a un pasajero que había pedido sentarse en la cabina de vuelo durante el despegue ocupase su asiento. Los otros cuatro asientos que hay en la cabina estaban ocupados por el CM-1, CM-2, CM-3 y el copiloto de refresco.

Después de cumplimentar la lista de chequeo de antes del arranque, la tripulación solicitó al control de tráfico aéreo (ATC) permiso para ser remolcados fuera de la pasarela, a las 17:38:45 h local (15:38:45 h UTC). El controlador les dio la autorización cinco segundos después, la tripulación del TF-ATH colacionó la instrucción a 15:38:54 UTC, y después un tractor del operador comenzó el remolcado. El avión recibía potencia de la Unidad Auxiliar de Potencia (APU) en todo momento.

Durante el remolcado, y además del conductor del tractor, había un operario que ayudaba y dirigía desde suelo a la tripulación mediante unos auriculares y micrófono que mantenía conectados a la aeronave.

De acuerdo a la declaración posterior de esta persona, la tripulación le preguntó si la zona estaba libre para iniciar el arranque de los motores durante el remolcado. El operario les pidió que esperaran un poco para permitir a varios vehículos de tierra cruzar la zona. Después, les dijo que estaba libre y que se podían arrancar los motores.

La tripulación le dijo que la secuencia de arranque sería motores uno, dos, tres y cuatro. El operario asintió e informó que el (número) uno estaba libre y, después, que el (número) uno estaba girando.

Después la secuencia continuó con el motor dos ("girando el dos") el motor tres ("girando el tres") y, en ese momento, cuando el avión ya casi había cruzado la calle de rodaje B2, el avión frenó repentinamente, y la barra de remolcado golpeó la pata de morro. El conductor del tractor preguntó por la razón de esa frenada y el operario de tierra trasladó la pregunta a la tripulación. Ésta respondió que habían entendido que se les había pedido frenos de aparcamiento. El operario respondió que había dicho "Girando el tres". La tripulación se disculpó y dijo que no le habían entendido porque estaban hablando con la torre en esos momentos.

El operario dijo que no había ningún problema y que ahora sí pedía "parking brake" porque el avión había terminado su remolcado. Esta petición fue repetida un par de veces. La tripulación confirmó que habían aplicado frenos de aparcamiento. El tractor se desconectó entonces del avión y se fue.

De acuerdo a la información proporcionada por varios tripulantes de cabina de pasajeros (TCP), mientras los pasajeros embarcaban algunos de ellos vieron combustible derramándose del ala y a los bomberos alrededor del avión. Uno de los pasajeros se dio cuenta de que había un técnico de mantenimiento sobre el ala. La azafata que estaba en esa zona trató de tranquilizar al pasajero, aunque en esos momentos no sabía cuál podía ser

el posible problema de mantenimiento. Se retrasó durante algún tiempo el cierre de puertas. Estos factores, unidos a las alrededor de cinco horas de retraso que acumulaba el vuelo respecto a su hora prevista de salida, probablemente crearon lo que fue descrito como un estado subjetivo de tensión y ansiedad en algunos de los ocupantes del avión.

Tras el cierre de puertas y el armado de rampas de evacuación, se realizó una alocución de bienvenida y se proporcionaron instrucciones de seguridad de rutina a los pasajeros a través de la megafonía de a bordo. Mientras el avión se remolcaba hacia atrás, la demostración de seguridad normal a los pasajeros continuó. En un momento dado, algunos pasajeros en la zona de la puerta número 5 de la derecha (5R) vieron de nuevo caer combustible de la punta del ala derecha. Unos momentos después, varios pasajeros estaban de pie. Algunos habían cogido su equipaje de mano y decían que querían desembarcar. Uno de los pasajeros, del cual hubo informaciones que indicaban que aparentemente estaba bajo los efectos del alcohol, era la persona que más activamente se negaba a volar. Algunos pasajeros decían que pensaban que no era seguro volar en el avión.

La sobrecarga fue a la parte trasera del avión y observó la fuga de combustible. De acuerdo a su experiencia, pensó que el derrame de combustible era similar a otros que había visto otras veces a través del aliviadero de la punta de la semiala derecha.

Se dirigió entonces a la cabina de vuelo e informó al comandante sobre el estado de ánimo de los pasajeros y del derrame de combustible, y solicitó instrucciones sobre cómo actuar.

En esos momentos, de acuerdo a sus declaraciones, la tripulación estaba arrancando el motor 3, que lo hizo de modo normal, pero cuando la indicación de EGT comenzó a descender, empezó a oscilar tanto en la aguja como en la indicación digital. Finalmente, la aguja cayó a cero y apareció la bandera de "no operativo" en el indicador.

El piloto al mando preguntó al CM-3 que determinase el impacto de esta avería en la indicación en la Lista de Equipo Mínimo (MEL) del avión. Le dijo a la sobrecarga que se dirigiera a los pasajeros y los intentara calmar.

La sobrecarga usó la megafonía para hablar a los pasajeros, diciéndoles que no había problema con el avión e intentando que todos se mantuviesen sentados. Pese a ello, algunos pasajeros todavía estaban de pie y quejándose. Algunos de los más activos en las quejas fueron enviados a la parte delantera de la cabina en un intento de evitar su influencia negativa sobre el ánimo de los restantes pasajeros.

Entre tanto, después de que la tripulación confirmó que habían aplicado los frenos de aparcamiento, solicitaron al operario que les apoyaba desde tierra que mirase si, tal y como decían los pasajeros, había una pérdida de

combustible en la punta de la semiala derecha. En esos momentos, los motores 1, 2 y 3 estaban arrancados.

El operario observó que había un pequeño charco de combustible en el suelo bajo el ala, e informó que parecía no haber caída de combustible en ese momento. De acuerdo a su declaración, añadió: “No, no hay pérdida de combustible,...girando el cuatro” porque observó que el motor 4 se estaba poniendo en marcha.

La tripulación contestó que no habían arrancado el motor cuatro, ya que habían tenido un fallo en la indicación de EGT del motor 3, y que estaban consultando la MEL. Después, el CM-3 confirmó al piloto al mando que la MEL decía que la falta de esa indicación era un fallo que impedía el despacho del avión (punto “NO-GO” en la MEL) y, por lo tanto, no era posible volar en esas condiciones. La tripulación informó de ello al operario de tierra y le dijeron que tenían que volver a la pasarela.

El operario les preguntó si habían “reseteado” el disyuntor o “breaker” correspondiente, y le respondieron que sí. La tripulación le dijo que incluso después del reasentamiento o “reset” del disyuntor había oscilaciones abruptas de la indicación de EGT del motor 3. Le preguntaron si el tractor estaba todavía conectado al avión. El operario respondió que ya se había ido.

La tripulación le preguntó sobre la posibilidad de llamarlo de nuevo o volver carreteando con el empuje de los motores que estaban en marcha. El operario respondió, de acuerdo a su declaración posterior, que el tractor necesitaría algún tiempo para volver, y que tenían tres motores funcionando, a lo que añadió: “Lo que Vd. decida”.

La tripulación decidió regresar por sus propios medios, usando los motores 1, 2 y 3 e informó convenientemente al operario. Éste dijo que iba a desconectar los auriculares del avión y que informaría a la tripulación cuando estuviera libre por el lado izquierdo. Cuando hubo desconectado el teléfono, quitó la pinza “by-pass”, salió por el lado izquierdo y le hizo una señal al comandante, que le respondió con la misma señal.

A las 15:47:00 h UTC, la tripulación llamó a la torre y le dijo que tenían un problema con la indicación de un motor y añadieron: “Vamos a entrar de nuevo en el T-1, si no tiene inconveniente, sólo hemos hecho el retroceso unos cuantos metros.”

El control ATC respondió: “Aviso a Plataforma, espere un momento”, y después, a las 15:47:30 h, añadió: “IBE 6403, entre en el T1”, lo cual fue colacionado por la tripulación, después de que el ATC comprobara con Operaciones del Aeropuerto que la pasarela todavía estaba libre y que era posible que el TF-ATH lo ocupara de nuevo.

El operador de la pasarela no fue avisado de que el avión regresaba a la misma, que estaba todavía en la misma posición en la que había quedado cuando fue retirada del avión para permitir el remolcado hacia atrás.

Según su declaración, el piloto al mando aplicó suavemente empuje a los motores 1, 2 y 3. Cuando el avión llevaba unos 3 kt de velocidad respecto al suelo, indicada por el Sistema de Referencia Inercial del Sistema de Gestión de Vuelo (FMS), retrasó las palancas hasta ralentí. Entonces aplicó frenos suavemente y notó que no había respuesta en absoluto. Miró al acumulador de presión situado frente al CM-2 y vio una indicación de 3000 PSI. Entonces bombeó los pedales varias veces para sortear un posible fallo transitorio, miró de nuevo al indicador de presión y le dijo al copiloto: "Esto no frena. ¡Frena tú!". El CM-2 aplicó entonces frenos pero el avión no redujo su velocidad lo más mínimo. Este tripulante no miró al indicador de presión en esos momentos.

Puesto que el piloto al mando se dio cuenta de que había algún problema con los frenos y vio otro Boeing B747 aparcado junto al "finger" T-2, decidió minimizar los daños tanto como fuese posible y deliberadamente dirigió el avión contra el "finger" T-1, en un intento de detenerlo.

Entre tanto, dos técnicos de mantenimiento adicionales habían sido llamados para dirigirse al avión debido al problema de indicación de EGT del motor 3. Llegaron con un coche y aparcaron frente al avión, como solían hacer en situaciones similares.

Notaron que la velocidad del avión parecía ser excesiva. Intentaron hacer señales a la tripulación para que redujeran la velocidad pero, puesto que el avión iba hacia su coche, salieron corriendo hasta una distancia segura. Cuando uno de los técnicos miró de nuevo al avión, dijo ver que las reversas de empuje estaban extendidas y que el avión chocaba contra la pasarela.

El choque ocurrió con la parte izquierda del fuselaje y la cabina de la pasarela se desprendió del túnel. El fuselaje impactó entonces con la estructura del "finger" y finalmente se detuvo, con la parte metálica circular que forma el suelo de la pasarela al final del túnel clavada en el fuselaje justo antes de la puerta 2R del avión.

El revestimiento del fuselaje inicialmente fue desgarrado a lo largo de una línea que empezaba aproximadamente en la vertical de la pata de morro y aproximadamente a la altura del punto medio de los dos tubos pitot, y se produjeron tres importantes perforaciones del revestimiento en esa zona.

Además, hubo muchas otras perforaciones y rasgaduras hacia atrás del fuselaje hasta el punto en el que el suelo del "finger" había cortado el revestimiento en otro importante desgarro.

Los bomberos que estaban asistiendo al repostaje del otro avión aparcado en la pasarela T-2 observaron el choque el TF-ATH y se dirigieron

rápidamente hacia allí para combatir un posible fuego. El tráfico rodado en la zona alrededor del avión se detuvo y otros tres vehículos de bomberos fueron dirigidos a la zona, junto con ambulancias y servicios de seguridad. No hubo fuego.

Aunque algunas personas a bordo del avión estaban de pie durante el carreteo del avión de vuelta al "finger", y una tripulante de cabina de pasajeros fue lanzada contra una mampara debido a la deceleración resultante del choque, no se declararon daños personales ni a bordo ni en tierra.

Cuando el CM-2 miró a las palancas de empuje después de que el avión se detuviera como resultado del choque con la pasarela, se dio cuenta de que los motores ya estaban parados. El piloto al mando preguntó qué había ocurrido con los frenos y el CM-3 respondió que no lo sabía.

La sobrecarga entró en la cabina de vuelo para solicitar instrucciones sobre los pasajeros. Se le dijo que esperase un momento, pero finalmente utilizó la megafonía para decir a los pasajeros que todo estaba bajo control y que estaban esperando escaleras para desembarcar.

Cuando bajó desde la cabina de vuelo, vio una escalera situada en la puerta 2R. Varias personas entraron en el avión, incluyendo un jefe de bomberos, guardias civiles, señaleros, personal médico y representantes de AENA.

El bombero dijo al piloto al mando que no había señales de fuego u otros problemas en tierra.

Unos 12 min más tarde, se colocó una escalerilla en la puerta 5L. Algunos pasajeros intentaron dirigirse a la puerta 2R con su equipaje de mano. Los tripulantes de cabina les dijeron que fueran hacia atrás. Todos los pasajeros desembarcaron por la puerta 5L y fueron hacia la terminal del aeropuerto. La evacuación del avión fue descrita como "normal, puede ser que un poco más rápida de lo normal".

La tripulación de vuelo permaneció en el avión durante alrededor de una hora, y quedaron revisando los sistemas y rememorando el suceso para intentar averiguar cuál había sido el problema.

Más tarde, abandonaron el avión, que fue retirado de la pasarela a las 19:52 h local. El avión fue entonces remolcado a las instalaciones de mantenimiento del operador en el Aeropuerto de Barajas. El camino desde el "finger" a las instalaciones tiene algunas zonas de cuesta abajo, en las cuales es necesario aplicar frenos al avión incluso cuando está siendo remolcado por un tractor. A bordo del avión durante el remolcado iba un técnico de mantenimiento sentado en el lado izquierdo de la cabina. Este técnico informó que la operación del sistema hidráulico número 4, mientras se encontraba energizado por la bomba eléctrica auxiliar (ACP), parecía ser correcto, al igual que la indicación de presión hidráulica. No hubo pérdida de

presión hidráulica durante el proceso de remolcado hasta que el avión fue estacionado en la plataforma de las instalaciones de mantenimiento.

Los pasajeros embarcaron más tarde aquella noche en otro avión que salió hacia México el 15 de Septiembre de 2002 sobre las 2:45 h local.

1.2.- Daños a personas.

LESIONES	MORTALES	GRAVES	LEVES/NINGUNA
TRIPULACIÓN			18
PASAJEROS			355
OTROS			

1.3.- Daños sufridos por la aeronave.

El avión sufrió daños importantes en la parte delantera izquierda del fuselaje. Se produjeron cuatro perforaciones importantes en el revestimiento del fuselaje, con daño a varias cuadernas. Hubo una perforación de unos 152 cm entre la Estación 350 y la Estación 410, a la altura del larguero 27A, y desgarros y otras perforaciones entre las puertas 1L y 2L. En el Apéndice A se incluyen fotos de los daños.

1.4.- Otros daños.

La cabina de la pasarela T-1 del Aeropuerto de Barajas se desprendió del cuerpo de la pasarela, y quedó colgando de la parte izquierda del “finger”. Más tarde, fue intencionadamente separada de la pasarela y dejada en el suelo, para evitar el peligro a personas o vehículos en el suelo. Hubo daños importantes a la mayoría de los componentes de la cabina de la pasarela: suelo basculante, sistema de auto nivelación, pupitre de mando, sistema de giro de cabina, tubo de aire acondicionado de aeronave, etc.

La parte exterior de la estructura del túnel del “finger” también resultó dañada. El túnel se movió horizontalmente alrededor de 1 m hasta que golpeó los toques mecánicos de la pasarela.

1.5.- Información sobre el personal.

1.5.1.- Piloto al mando.

Edad/ Sexo:	59 años. Varón
Nacionalidad:	Española
Licencia:	Piloto de Transporte de Línea Aérea
Número de Licencia:	1194
Fecha de renovación:	07/02/2001
Validez:	07/02/2006
Licencia de Aptitud válida hasta:	15/01/2003
Habilitaciones:	B-747-100/-300; Instructor de Vuelo (FI); Instructor de vuelo instrumental (IRI); Instructor para habilitación de tipo (TRI) (B-747-100/300)
Último simulador:	28/05/2002
Última inspección en línea:	24/02/2002
Experiencia de vuelo total:	19932 h
Experiencia de vuelo en el tipo:	1264 h, como piloto al mando
Horas de vuelo en los últimos 90 días en el tipo:	170 h
Descanso antes del vuelo del incidente:	4 días

1.5.2.- Copiloto de servicio en el momento del incidente.

Edad/ Sexo:	35 años. Varón
Nacionalidad:	Española
Licencia:	Piloto de Transporte de Línea Aérea
Número de Licencia:	E/00010336
Fecha de renovación:	08/11/2001
Validez:	08/11/2006
Licencia de Aptitud válida hasta:	26/10/2002
Habilitaciones:	B-747-100/-300
Último simulador:	27/07/2002
Última inspección en línea:	18/08/2002
Experiencia de vuelo total:	5201 h
Experiencia de vuelo en el tipo:	1100 h, como copiloto
Horas de vuelo en los últimos 90 días en el tipo:	177 h
Descanso antes del vuelo del incidente:	4 días

1.5.3.- Operador técnico de vuelo de servicio en el momento del incidente.

Edad/ Sexo:	57 años. Varón
Nacionalidad:	Española
Licencia:	Ingeniero de vuelo
Número de Licencia:	586
Fecha de renovación:	02/09/2002
Validez:	10/03/2003
Licencia de Aptitud válida hasta:	08/02/2003
Habilitaciones:	B-747
Último simulador:	22/06/2002
Última inspección en línea:	12/06/2002
Experiencia total de vuelo:	15551 h
Experiencia de vuelo en el tipo:	1424 h, como ingeniero de vuelo
Horas de vuelo en los últimos 90 días en el tipo:	181 h
Descanso antes del vuelo del incidente:	4 días

1.5.4.- Copiloto de refresco.

Edad/ Sexo:	50 años. Varón
Nacionalidad:	Española
Experiencia total de vuelo:	9811 h
Experiencia de vuelo en el tipo:	1263 h, como copiloto
Horas de vuelo en los últimos 90 días en el tipo:	214 h
Descanso antes del vuelo del incidente:	7 días

1.5.5.- Operador Técnico de Vuelo de refresco.

Edad/ Sexo:	53 años. Varón
Nacionalidad:	Española
Experiencia total de vuelo:	13968 h
Experiencia de vuelo en el tipo:	837 h, como ingeniero de vuelo
Horas de vuelo en los últimos 90 días en el tipo:	206 h
Descanso antes del vuelo del incidente:	3 días

1.5.6.- Sobrecargo

Edad/Sexo:	53 años. Mujer
Experiencia como tripulante de cabina en B-747:	7 años
Experiencia como sobrecargo en B-747:	4 años
Último curso de refresco en flota B-747:	11/01/2002
Descanso antes de vuelo del incidente:	3 días

1.6.- Información sobre la aeronave.

1.6.1.- Célula

Fabricante:	Boeing
Modelo:	B-747-341
Número de Serie:	24106
Años de Fabricación:	1988
Matrícula:	TF-ATH
M.T.O.W.:	374850 kg
Titular:	Air Atlanta Icelandic
Operador:	Iberia
Horas de vuelo/ciclos:	58233 h/10370 ciclos
Horas de vuelo/ciclos desde la última revisión tipo A:	452 h/63 ciclos

La aeronave estaba alquilada a Iberia, en la modalidad de aeronave sin tripulación ni servicio de mantenimiento (“dry-leasing”).

1.6.2.- Mantenimiento previo.

El avión había aterrizado previamente desde La Habana y fue aparcado en la pasarela T-1 el día del incidente a las 12:00 h UTC. Durante ese vuelo, se informó que el indicador de la temperatura de los gases de escape (EGT) del motor 3 no estaba operativo. La aguja cayó a 100 °C y apareció la banderola.

Además, cuando el avión fue repostado en La Habana, el indicador del depósito principal número 2 mostraba 34600 kg, mientras que la medida por varilla mostraba 19.28 in o 37800 kg. Por lo tanto, había una diferencia de 3200 kg. El avión despegó allí con 106700 kg medidos por varilla. Después de 2 horas de vuelo, parecía que la indicación de cantidad de combustible se corrigió y marcaba el valor correcto. Se usaron 90700 kg en el vuelo. Durante el mismo, el depósito central se vació y se recargó, llegando a indicar sólo 1000 kg.

Tras aterrizar en Madrid, se cambió el indicador de EGT número 3. Según las anotaciones en el parte de vuelo, el avión fue repostado por varilla en

Madrid y no se detectó diferencia con la indicación en cabina. El personal de tierra procedió a repostar los depósitos principales y no se apreció incremento en el depósito central. Posteriormente se recargó ese depósito central. Por lo tanto, el punto de indicación de combustible se dejó “en observación” a efectos de mantenimiento.

El 9 de Septiembre de 2002 se había sustituido la unidad de corte volumétrico automático de combustible, debido a un fallo anotado el día anterior.

1.6.3.- Procedimiento de repostaje de combustible.

El operador tenía una lista de chequeo recomendada para ser usada por los operarios que se encargaban de repostar de combustible el B-747. El procedimiento requería que se revisase el historial de mantenimiento reciente del avión para detectar posibles anotaciones relacionadas con el sistema de combustible. Se preveía un posible derrame de combustible a través del aliviadero situado en la punta del ala. Se requería que hubiese equipo de extinción de incendios presente durante el repostaje. Los disyuntores o “circuit breakers” de “Control fuel overfill” y la “Volumetric shutoff unit” habían de estar metidos antes de iniciar la recarga. Sin embargo, en determinadas condiciones podía ser necesario repostar con el disyuntor de la “Volumetric shutoff unit” sacado (carga por varilla). El procedimiento requería que cualquier derrame de combustible fuese anotado.

No se tiene constancia de que esta lista se siguiera en el repostaje del TF-ATH.

1.6.4.- Descripción General del Sistema de Frenos.

El B-747 tiene cuatro sistemas hidráulicos. Los sistemas 4, 1 y 2 se usan para proporcionar presión al sistema de frenos. Cada sistema se presuriza por una bomba movida por el motor (EDP) y una bomba movida por aire (ADP), que se mueve usando el aire que circula por el sistema neumático. Por lo tanto, cuando la APU funciona y proporciona aire presurizado a los sistemas neumáticos, las ADP pueden proporcionar presión a los sistemas hidráulicos.

La ADP número 1 se utiliza para dar presión hidráulica al sistema de giro de las ruedas de las patas del tren situadas en el fuselaje, para ayudar en el guiado durante giros remolcados hacia atrás.

Además, hay una bomba eléctrica (ACP) alimentada por corriente alterna. Esta bomba está instalada en el sistema 4 con la intención de proporcionar presión de frenos en las operaciones en tierra cuando las bombas EDP y

ADP no están disponibles para presurizar el sistema 4, especialmente en el caso de remolcado del avión. Esta bomba está diseñada para ser usada sólo en tierra, y puede ser alimentada con corriente eléctrica por la APU o por una fuente externa. Cuando se selecciona la ACP, la luz "LOW PRESS" se apaga, lo que significa que hay presión disponible desde la ACP.

Cada rueda del tren principal (16 ruedas en total) está dotada de frenos hidráulicos. El sistema normal de frenos está alimentado por el sistema hidráulico número 4. El sistema hidráulico número 1 es usado como una alternativa para dar presión a los frenos.

El indicador de presión muestra la presión normal de los frenos en el lado neumático del acumulador cuando el sistema 4 o el sistema 1 se están usando.

El avión dispone de un freno de aparcamiento compuesto por una palanca, una luz roja en el pedestal y en el panel de control del tren de morro, y un sistema de control movido por un motor. El freno de aparcamiento funciona a través de la presión de un acumulador cargado por los sistemas 4 o 1.

La principal misión del acumulador es mantener el freno de aparcamiento una vez aplicado. La presión del acumulador no detendrá el avión en el caso de una pérdida de presión en el sistema normal durante el despegue.

La tripulación debe ser consciente de que el interruptor de la bomba eléctrica, que se mantiene aplicado de modo magnético, se soltará, es decir, se moverá automáticamente a la posición de desconectado ("OFF") cuando ocurra alguna de las siguientes condiciones: La EDP o la ADP número 4 empieza a presurizar el sistema hidráulico número 4, y/o cuando la potencia eléctrica se transfiere de desde la APU o una fuente externa a los generadores del avión, en series antiguas de B-747.

También hay un sistema de frenos de reserva, que se alimenta del sistema hidráulico número 2. Cuando el sistema de reserva se usa, el freno de aparcamiento no funciona.

El sistema "antiskid" regula la acción de frenado a través del sistema normal o del de reserva de frenos. Este sistema no funciona a velocidades bajas (por debajo de 25 kt). Sin embargo, si la luz ámbar rotulada "LOW SPEED BRAKE RELEASE" está encendida debido a un fallo, significa que el antiskid no se desconectará durante rodaje y, por lo tanto, debe ser desconectada de modo manual.

1.6.5.- Controles, indicadores, y luces de aviso del sistema de frenos.

El CM-3 puede seleccionar la fuente de presión para el sistema de frenos del avión. Normalmente, se usa el sistema 4. Sin embargo, el selector bajo guarda rotulado "Normal brake source select" puede moverse de la posición

“PRIM SYS 4” a la posición “SEC SYS 1” para seleccionar la presión hidráulica del sistema 1 a los frenos. En este caso, la luz verde “SEC SYS 1” se ilumina.

El selector o interruptor bajo guarda llamado “ELEC PUMP HYD SYS 4” también se puede mover a la posición ON por el CM-3 para proporcionar presión al sistema 4 a través de la bomba eléctrica ACP.

Si la presión de los frenos, proporcionada por cualquiera de los hidráulicos 4, 1 o 2, es menor de 1200 PSI, la luz ámbar “LOW PRESS” se iluminará.

En el panel del CM-2, hay un manómetro, rotulado “HYD BRAKE PRESS” que indica la presión del sistema normal de frenos (no del de reserva), y la presión del acumulador cuando no hay otra fuente de presión. La pre-carga del acumulador es 750 PSI, y la presión normal de trabajo de los frenos es 3000 PSI.

En el panel indicador frente al CM-1 hay otra luz ámbar intermitente llamada “BRAKE SOURCE LOW PRESS” que aparece cuando la presión del sistema de frenos seleccionado es baja y el interruptor de “ELEC PUMP HYD SYS 4” está en “OFF”. Sin embargo, en algunos casos la columna de mandos de vuelo hace difícil la visión de esta luz desde la posición del CM-1.

El CM-1 puede seleccionar como fuente de presión de reserva el sistema 2 usando el interruptor “RESERVE BRAKE” que tiene en el panel frontal. Este interruptor está bajo guarda.

Como se indicó en el párrafo anterior, hay otra luz ámbar “LOW SPEED BK REL” o “low speed brake release” en el panel del CM-3 que aparece sólo en el suelo en el caso de que el sistema antiskid todavía funcione por debajo de los 25 kt de velocidad. Esta luz también aparece en el panel central de los pilotos.

1.6.6.- Procedimientos normales.

El Manual de Operaciones del B-747, preparado por el operador, revisado el 10 de Agosto de 2001, especifica las diferentes acciones a tomar por cada miembro de la tripulación (CM-1, CM-2 y CM-3) en las diferentes fases de la operación. Este manual está en general basado en el “Operations Manual” genérico preparado por el fabricante de la aeronave.

Estos procedimientos fueron revisados durante la investigación. Las partes pertinentes a este suceso se reproducen brevemente a continuación. La lista de chequeo normalmente es leída por el copiloto a indicación del CM-1, y es contestada por el CM-1, CM-2 y CM-3 según sea aplicable.

Texto del Manual de Operaciones:

BEFORE ENGINE START:

“- Antes de la puesta en marcha, el CM-3 comprobará que la ACP está en ON y que hay presión en el sistema de frenos. Si esa bomba está inoperativa, el interruptor de la ADP 4 debe estar en AUTO. Sólo en el caso de pushback, la ADP 1 debe estar en AUTO (para tener “body landing gear steering”).

La secuencia de puesta en marcha recomendada [por el Operador] es 4-3-2-1, porque después del encendido del motor 4 hay presión de hidráulico disponible. Sin embargo, para puesta en marcha de motor durante un “pushback”, la secuencia recomendada es la opuesta (1-2-3-4). En cualquier caso, se puede cambiar el orden de puesta en marcha si, por condiciones operativas particulares o por requerimiento especial de la autoridades, se hiciera necesario.”

La razón para esta secuencia se investigó. El “Flight Crew Training Manual” y el “Generic Operations Manual” de Boeing no recomiendan específicamente ninguna secuencia de arranque. Se dice que la secuencia puede variar debido a múltiples razones, como la situación del personal de apoyo en tierra, las rampas de embarque de los pasajeros, o requisitos de remolcado o remolcado hacia atrás. Sin embargo, en este último caso (“pushback”) es deseable presurizar primero el sistema 1 para tener capacidad de giro de las ruedas del tren principal situadas en el fuselaje para asistir al avión mientras es empujado por el vehículo remolcador.

El procedimiento de arranque es iniciado por el CM-3 moviendo el interruptor de ignición del motor correspondiente a la posición GND START, y finalizado por el CM-1 que mueve el selector de combustible de ese motor a “IDLE” o “RICH”, dependiendo del valor de EGT, y anuncia “Combustible puesto”.

PUESTA EN MARCHA:

*“CM-1: cuando sube la EGT anuncia “EGT”
Si la EGT no sube en 25 segundos, CM-2: anuncia: “25 segundos”
CM-1 mueve inmediatamente la llave de combustible a CUTOFF
CM-3 observa que la luz ENG VALVE de corte de combustible se enciende brillante y después se amortigua y que la luz ACTUATOR del actuador de condición de combustible se enciende brillante y después se amortigua.
Girar el motor durante 30 segundos para eliminar combustible y vapor del interior del motor; a continuación poner el selector de encendido en OFF y avisar a Mantenimiento.”*

NOTA: “Si se ha abortado la puesta en marcha del motor No. 4, volver a poner en ON el interruptor de la bomba auxiliar eléctrica (ACP) del sistema hidráulico No. 4.”

LISTA DE COMPROBACIÓN DE DESPUÉS DE LA PUESTA EN MARCHA:

“La lista de comprobación Pregunta/Respuesta es leída por el CM-2 a petición del CM-1, y contestada en conformidad por el CM-1 y CM-3. Esos pasos han de realizarse después de que los motores se hayan estabilizado a ralentí. Su ejecución garantiza que el avión está preparado y seguro para el rodaje.”

El CM-3 comprueba que el sistema hidráulico está en AUTO/NORMAL. Debe comprobarse que el interruptor de la ACP del sistema hidráulico 4 está en OFF y bajo guarda.

Se debe comprobar que todos los interruptores de las bombas hidráulicas del accionamiento neumático (ADP) están en AUTO, que todos los interruptores de las bombas hidráulicas de motor (EDP) están en normal, que las luces PRESS y LOW QTY están apagadas y que el indicador de presión hidráulica de cada sistema está dentro de la banda verde.

PROCEDIMIENTO DE RODAJE:

Área de Rodaje: El CM-1 y CM-2 comprobarán que el espacio a la izquierda, al frente y a la derecha del avión esté despejado para el rodaje.

Frenos de Aparcamiento: SOLTAR. El CM-1 oprime los pedales de frenos para soltar los frenos de aparcamiento (la palanca de frenos de aparcamiento se mueve fuera de “frenos aplicados”) y comprueba que se apagan las luces PARK BRAKE en el pedestal de pilotos y ANTI SKID HYD en el panel anunciador de luces de pilotos.

1.6.7.- Lista de Equipo Mínimo (“Master Equipment List”, MEL).

El punto 77-10, Capítulo 9.01.77, página 7 de la “Master Equipment List” del operador para el B-747, fechada el 11 de Diciembre de 2001, establece que hay cuatro indicadores de EGT instalados, y que los cuatro se necesitan para despachar el avión. Las indicaciones digitales pueden estar inoperativas con tal de que la aguja del indicador correspondiente funcione normalmente.

1.7.- Información meteorológica.

El METAR del Aeropuerto de Barajas (LEMD) de las 18:00 h local era:

141600Z 19005KT 140V220 9999 SCT050 SCT070 28/10 Q1014 NOSIG

La visibilidad era buena. Se considera que la meteorología no influyó en este incidente.

1.8.- Ayudas a la navegación.

La posición de aparcamiento T-1 tiene un Sistema de Guía de Atrache Visual” que, de acuerdo al “AIP España”, “contiene información de guía azimut (muestra la posición de la aeronave en relación con el eje del área de estacionamiento) y de la distancia a la posición de parada (basándose en la medición de un radar láser), que se proporciona a través de una unidad de presentación delante de la cabina de la aeronave.”

Este sistema intenta reemplazar a los señaleros humanos para guiar el atraque del avión.

La unidad de presentación consta de:

a) Dos líneas de presentación alfanumérica de 4 caracteres, compuestas de indicadores fluorescentes amarillos, en las que se puede dar diversa información: tipo de aeronave, posición de estacionamiento (“STND”), número de vuelo, origen, destino, hora programada, posición ocupada (“BON” - Block on) y hora de ocupación, calzos puestos (“CHCK ON”), “SLOW DOWN”, “STOP OK”, “TOO FAR”, “ESTP STOP” (Emergency stop), conexión de 400 Hz (“400 H”) y/o aire acondicionado (“PCA”) y horas de conexión.

b) Subunidad de presentación de guía azimut con indicador de línea central (guía de centrado y diseño de flechas de desvío): fluorescentes amarillos.

c) Indicador de distancia al punto de parada: 4 paneles compuestos por líneas fluorescentes amarillas y negras organizados en una columna vertical.

El piloto que rueda hacia esa posición de aparcamiento debería comprobar que el tipo de avión de la pantalla es el apropiado, carretear sobre la línea vigilando la guía y comprobar que el indicador de distancia está completamente de color amarillo.

Este indicador de distancia se activa a los 16.2 metros antes de la posición de parada, cambiando gradualmente su color de amarillo a negro. En la posición de parada aparece completamente en negro y la palabra “STOP” aparece en la línea superior de la presentación. Si el aparcamiento ha sido correcto, se muestra la palabra “OK”. Si el avión excede en más de un metro la posición de parada, el indicador mostrará “TOO FAR” y puede ser necesario realizar un remolcado hacia atrás.

Si la velocidad del avión supera los 3 m/s (5.8 kt) la unidad de presentación muestra las palabras “SLOW DOWN” para avisar al piloto que reduzca su velocidad de aproximación al “finger”

Este sistema estaba operativo el día del incidente, pero no había sido encendido cuando el avión inició su rodaje de vuelta a la pasarela.

1.9.- Comunicaciones.

Los sistemas de comunicación del avión, personal de tierra y ATC funcionaron correctamente durante el incidente.

La transcripción de las comunicaciones entre el avión y el control de movimientos en tierra (GMC) se incluye a continuación (el original en español; traducido al inglés para los propósitos de este informe):

Hora ATC (UTC)	Estación (121.700 MHz)	Texto
15:38:45	IBE 6403	Madrid, muy buenas tardes, IBE 6403 en T1, listo retroceso <i>Madrid, good afternoon, IBE 6403 in T1, ready for pushback</i>
15:38:50	GMC	IBE 6403, muy buenas, retroceso aprobado en T1 <i>IBE 6403, good afternoon, cleared for pushback in T1</i>
15:38:54	IBE 6403	Autorizado retroceso en T1, IBE 6403 <i>Cleared for pushback in T1, IBE 6403</i>
....		
15:47:00	IBE 6403	Madrid, IBE 6403
15:47:06	GMC	IBE 6403, adelante / IBE 6403, go ahead
15:47:09	IBE 6403	Sí, tenemos un problema de indicación en un motor, vamos a entrar otra vez al T1, si no tiene inconveniente, sólo hemos hecho el retroceso unos cuantos metros. <i>Yes, we have an indication problem in an engine, we are going to enter again T1, if you do not have inconvenience, we have been pushed back only some meters.</i>
15:47:14	GMC	Aviso a Plataforma, espere un momento. <i>I am calling Plataforma, wait a moment</i>
15:47:30	GMC	IBE 6403, entre en el T1 / IBE 6403, enter T1
15:47:36	IBE 6403	Pues entrando en el T1, IBE 6403 <i>Then entering T1, IBE 6403</i>

Había también un operario en tierra asistiendo al avión durante el “push-back”. Llevaba auriculares y micrófono conectados al avión. Esta persona preparó posteriormente unas notas sobre las comunicaciones que mantuvo con la tripulación. La partes sustanciales de esas notas se han incluido en el párrafo 1.1 “Reseña del vuelo.” de este informe.

1.10.- Información sobre el aeródromo.

El Aeropuerto de Madrid-Barajas es un importante aeropuerto internacional, con alrededor de 374000 movimientos de aeronaves en el año 2001. Un día medio de Septiembre del año 2001, tuvo 1071 movimientos de aeronaves.

Antes de arrancar los motores, la tripulación debe solicitar autorización a Autorizaciones-Barajas (130.075 MHz). El uso de empuje de reversa para abandonar las posiciones de aparcamiento en la plataforma no está permitido, excepto en caso de autorización específica de la Autoridad del Aeropuerto. El régimen de los motores no debe exceder ralentí para

posiciones de aparcamiento en contacto con el edificio terminal hasta que el avión esté alineado con la calle de rodaje.

Todos los movimientos en superficie de aeronaves, aeronaves remolcadas, vehículos y personas en el área de maniobras están sujetos a autorización del ATC, en concreto del Control de Movimientos en Tierra de Barajas (GMC). Este servicio tiene dos sectores de control: GMC Norte (121.850 MHz) y GMC Sur (121.700 MHz), que es el sector en el que se ubica la posición de aparcamiento T-1.

El GMC es responsable de:

- a) El control de todos los movimientos de aeronaves, personas y vehículos que se efectúen en el área de maniobras a excepción de la pista o pistas en uso.
- b) Expedir autorizaciones e instrucciones para el retroceso remolcado y rodaje de las aeronaves.
- c) Comunicar a las aeronaves las posiciones de estacionamiento que asigne el Centro de Operaciones (CEOPS).

El AIP España de Madrid-Barajas no proporciona información sobre los límites de separación entre la plataforma y el área de maniobras.

Dicho AIP incluye información sobre un “Sistema de Guía Visual de Atrake” (ver apartado 1.8 de este informe). En esta información se dan ciertas “instrucciones al piloto”. Sin embargo, no se dice que sea obligatorio el uso del sistema cuando se rueda hacia una pasarela, o cuando o bajo qué condiciones debería ser utilizado.

No hay requisito alguno en el AIP o en el “Reglamento de Circulación Aérea” para tener un señalero en tierra o un sistema automático visual de guía cuando se esté carreando un avión hacia una pasarela o hacia su posición final de aparcamiento.

El “finger” T-1 puede moverse para ajustarse a la altura de la puerta del avión. También puede moverse a lo largo de su eje longitudinal mediante un mecanismo telescópico para acercarse al fuselaje del avión. Sin embargo, el movimiento horizontal, en la dirección perpendicular al eje longitudinal está limitado. Esto significa que el avión debe ser posicionado de modo preciso en una posición dada para permitir que el “finger” sea ajustado a la puerta. Si el piloto sobrepasa esa posición por tan sólo un metro, puede ser necesario realizar un remolcado hacia atrás (ver el apartado 1.8 más arriba).

1.11.- Registradores de vuelo.

Tras el incidente, el registrador de datos de vuelo y el registrador de voces en cabina fueron desmontados y reservados para la investigación.

1.11.1.- Registrador de Datos de Vuelo (FDR).

El avión estaba equipado con un FDR SUNDSTRAND UFDR (Universal Flight Data Recorder), P/N 980-4100-DXUS, S/N 3873.

Este equipo registra un total de 119 parámetros de vuelo con diferentes frecuencias de muestreo. Tiene una duración de 25 h de grabación continua. Esto significa que, al grabarse, los datos más recientes están continuamente borrando los datos más antiguos.

Es importante reseñar que no hay ningún parámetro directamente relacionado con el sistema de frenos que se grabe en el FDR.

El FDR fue llevado a un laboratorio con capacidad para su lectura y conversión de los datos a unidades de ingeniería. Se encontraron diversas dificultades durante el intento de reproducción del FDR, que se realizó a una velocidad de 12.5 veces la velocidad de grabado. Estas dificultades incluyeron la aparición de áreas sin datos y pérdidas de sincronismo. El registrador terminó por pararse cuando se llevaban transcritos algo más de 5 de las 8 pistas, justamente los de información más antigua.

Se llevó el FDR a un taller de mantenimiento con capacidad para reparar ese tipo de equipos. Se observó al abrir la cámara de alojamiento que el carrete creciente de cinta tenía un gran desalineamiento lateral que le hacía rozar con una de las paredes, lo que explicaba el porqué se había parado. La cinta tenía rozado y con doblez uno de sus bordes a lo largo de una amplia zona. Se sospechó que podía haber un desalineamiento inicial que fue incrementado por el proceso de lectura, a 12.5 veces la velocidad de grabado.

Se procedió a un rebobinado a baja velocidad del carrete, fuera del equipo, para conseguir alinear la cinta, aunque con dificultad, debido a las zonas de rozamientos y dobleces de la misma.

El FDR fue entonces reproducido de nuevo en el laboratorio, para una transcripción definitiva y completa. El proceso fue vigilado con la cámara de cinta abierta, y todo fue normal para las cinco primeras pistas (tracks del 3 al 7), pero hacia el final del track 0 se observó desalineamiento que hizo descarrilar la cinta y bloquear el arrastre durante el cambio del track 0 al 1.

Se procedió a cerrar el fichero de datos volcados hasta ese momento.

Se volvió a enhebrar la cinta en sus poleas, se abrió un nuevo fichero y se prosiguió el volcado de datos hasta el final.

Cuando los datos en bruto fueron convertidos a unidades de ingeniería, se observó que no había registro del incidente investigado. Los datos pasaban desde el último aterrizaje en Madrid desde La Habana al crucero de un vuelo grabado 25 horas antes (vuelo Miami-Madrid, 13 de Septiembre de 2002). Justo antes de la transición entre ambos vuelos, en la "frame" 10775, debería figurar el incidente del choque con la pasarela, lo cual no sucede.

Se consideró que la falta de datos no se debió a la falta de operatividad del registrador durante el incidente, sino a las numerosas lagunas en los datos recuperados, debidas a la degradación de la cinta por rozamiento de bordes y dobleces producidos por el desalineamiento.

Se llegó a la conclusión de que los datos correspondientes al incidente probablemente se habían perdido y que, en cualquier caso, no podían recuperarse con los medios del laboratorio.

1.11.2.- Registrador de Voces en Cabina (CVR).

El avión estaba equipado con un CVR FAIRCHILD P/N 93-A100-30, S/N 6437, que proporciona 30 minutos de grabación continua de los sonidos en cuatro canales: Comunicaciones del piloto a través de su micrófono y sus auriculares, comunicaciones del copiloto a través de su micrófono y auriculares, comunicaciones del operador técnico de vuelo a través de su micrófono y auriculares, y sonidos ambiente de cabina.

El CVR fue reproducido en el laboratorio de la CIAIAC. Se preparó un CD-ROM con los sonidos grabados de los cuatro canales. Dicho CD-ROM tenía mucho ruido y, adicionalmente, algunas de las voces sonaban muy débiles, especialmente las voces que llegaban de personas situadas en la parte trasera de la cabina de vuelo. Esto hizo la mayoría de las conversaciones ininteligibles.

El sonido fue entonces tratado adicionalmente y algo del ruido molesto pudo ser eliminado. Sin embargo, todavía muchas frases y afirmaciones de las conversaciones permanecieron ininteligibles.

El CVR tenía un total de 30 minutos de sonido grabado, pero no contenía ninguna grabación del propio suceso, es decir, el momento en el cual el avión vuelve rodando hacia el "finger" y choca contra él. Puesto que el avión permaneció energizado tras el suceso, aquellos momentos se habían regrabado, y el sonido grabado corresponde a conversaciones entre la tripulación hablando sobre lo que había ocurrido, intentado averiguar la

causa del incidente y comentando el contenido del informe escrito que debían preparar.

Se desconoce la hora según ATC en la cual se desenergizó el avión, y por lo tanto no es posible saber exactamente cuándo tuvieron lugar las conversaciones grabadas. Según diversos testimonios, la tripulación pudo pasar alrededor de 1 h dentro de la cabina tras el incidente, revisando y discutiendo sobre el mismo.

No se considera necesario, para los propósitos de este informe, reproducir aquí la transcripción de las conversaciones grabadas. Como se ha indicado en el párrafo previo, se grabaron después del propio suceso.

Como resumen de la información proporcionada por el CVR, las conversaciones grabadas indican que la tripulación pensó en diferentes posibilidades sobre cuál pudo ser el problema. La tripulación completó la lista de chequeo de “después de parar los motores”.

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

El avión había chocado con el “finger” sufriendo daños importantes en el lado izquierdo del fuselaje y rompiendo la cabina del “finger” en ese proceso.

La primera marca en el fuselaje era un punto situado horizontalmente en la vertical de la pata del tren de morro, y verticalmente a la altura del punto medio entre los dos tubos pitot del lado izquierdo.

Las marcas terminaban justo donde empezaba el marco de la puerta 2R, donde el techo rotatorio del “finger” estaba clavado en el fuselaje. Esto significaba que el avión se había movido 12 m después del contacto inicial con el “finger”. Durante ese movimiento, se produjo un aplastamiento, perforación y rayas y la estructura del “finger” aplicó fuerzas horizontales de magnitud apreciable al avión, como podía deducirse por el daño y la deformación producida.

La rueda de morro apareció unos 5 m separada de la línea amarilla de rodaje. La rueda interior de la pata derecha del tren de fuselaje estaba justo sobre la línea amarilla de rodaje. El eje longitudinal del avión aparecía rotado unos 30° respecto a la línea de rodaje.

Varias marcas de neumático podían apreciarse claramente en el suelo de la plataforma. Las marcas llevaban a las ruedas de la pata derecha del tren de ala. Adicionalmente, las marcas, que se extendían a lo largo de unos 10 m, mostraban una naturaleza intermitente y estaban espaciadas regularmente, lo cual podía apreciarse mejor en las ruedas interiores de esa pata. Las marcas de las ruedas exteriores eran más continuas. Las marcas estaban distribuidas en una línea más o menos recta que mostraba un ángulo con la

línea amarilla de rodaje similar al ángulo final del fuselaje con esa línea, indicando que el giro hacia el “finger” se había producido previamente.

Las marcas de otras ruedas no eran tan claramente visibles.

El avión había estado en contacto con el “finger” durante unos 12 m hasta que se paró.

Una inspección del avión, tres horas después del incidente, todavía mostraba marcas de derrame de fuel en el exterior del intradós de la semiala derecha. Estas marcas conducían al aliviadero del avión.

En el Apéndice A se incluyen algunas fotos del daño al avión y a la pasarela. Un plano de la posición final del avión se presenta en el Apéndice B.

1.13.- Información médica y patológica.

Los servicios médicos del aeropuerto fueron enviados al avión, pero no se informó de daños a pasajeros, tripulantes o personal de tierra.

1.14.- Fuego.

No hubo fuego como resultado del choque. Inicialmente, un vehículo de bomberos que estaba asistiendo al repostaje de otro avión aparcado en el “finger” T-2 se desplazó rápidamente a la pasarela T-1 cuando se dieron cuenta del choque. Después, otros tres vehículos llegaron al lugar. Estaban preparados para controlar cualquier posible derrame de combustible y a la vez vigilaban el “finger” para evitar que partes desprendidas pudieran suponer un peligro para las personas o vehículos.

Después del desembarco de los pasajeros bajo su coordinación y supervisión, los bomberos fueron autorizados por responsables del aeropuerto a que abandonaran el lugar del incidente.

1.15.- Supervivencia.

De acuerdo a las declaraciones de varios testigos, había pasajeros de pie en la cabina cuando se inició el rodaje de vuelta a la pasarela. No hay datos exactos sobre la deceleración sufrida por el avión durante el impacto con la pasarela, ya que no se pudieron extraer datos útiles del FDR.

Algunos testigos dijeron que se oyó un fuerte ruido dentro de la cabina en el momento del choque. Una persona fue lanzada contra una mampara. Otro testigo dentro de la cabina dijo que notó el impacto debido a dos ruidos. El primer ruido fue pequeño y seco y el segundo más violento.

Algunas personas de los servicios de emergencia (bomberos, policías, personal sanitario) subieron al avión a través de la puerta 2R. Los pasajeros desembarcaron a través de la puerta 5L, es decir, la puerta más atrasada en el lado izquierdo (el lado del “finger”) del fuselaje. No se declaró emergencia y la evacuación del avión fue descrita como normal, sin apresuramiento. La escalera llegó a la puerta 5L alrededor de 12 min tras el choque. El último pasajero abandonó el avión alrededor de 35 min tras la llegada de la escalera.

1.16.- Ensayos e investigaciones.

1.16.1.- Declaraciones de testigos.

Diversos testigos fueron entrevistados en el transcurso de la investigación. Aunque la mayor parte de sus declaraciones se han usado para describir el suceso en los apartados anteriores de este informe, sus declaraciones se resumen a continuación. Sólo se incluyen las partes más importantes de la información proporcionada.

1.16.1.1.- Piloto al mando.

El piloto al mando informó que después de su llegada al avión hacia las 17:00 h local, notaron que había una fuga importante de combustible en la semiala derecha. Mientras completaban la lista de chequeo de antes del arranque de motores, la sobrecarga entró en la cabina para avisar que algunos pasajeros estaban viendo el derrame de combustible. Durante todo el suceso, el avión se mantuvo energizado por la APU. Después, arrancaron los motores 1 y 2 durante el remolcado. Arrancaron el motor 3 y notaron oscilaciones en la indicación de EGT. La aguja incluso alcanzó el cero durante las oscilaciones. Le dijo al CM-3 que mirase la MEL al respecto. Durante el proceso de arranque del motor 3, la sobrecarga entró en la cabina de vuelo de nuevo para decir que algunos pasajeros estaban quejándose porque estaban viendo de nuevo caer combustible de la semiala derecha. La tripulación sabía que esto era una situación normal, debido a un exceso de combustible durante el repostaje del avión.

El CM-3 confirmó que la indicación EGT de cualquier motor era un punto “NO-GO” y por lo tanto el CM-1 decidió regresar al “finger” por sus propios medios, puesto que el vehículo de remolcado ya se había ido. Cuando el ATC les autorizó a rodar hacia la pasarela, le dijo al operario de tierra que se fuera, e inició el rodaje con los motores 1, 2 y 3 aplicando suavemente empuje. Cuando el avión comenzó a moverse, retrasó las palancas de empuje. La velocidad era de unos 3 kt como máximo. Cuando el avión se aproximaba a la pasarela, aplicó frenos con suavidad y notó que no había ningún efecto de frenado. Miró al indicador de presión del CM-2 y vio 3000 PSI. Entonces bombeó varias veces los pedales para descartar que se hubiese producido un fallo transitorio de algún tipo y miró de nuevo al

indicador de presión. Entonces le dijo al copiloto: “Esto no frena. ¡Frena tú!”, y este contestó que sus frenos tampoco respondían.

Teniendo en cuenta todas las posibilidades, especialmente el hecho de que había otro B-747 aparcado frente a ellos, decidió dirigir deliberadamente el avión contra el “finger” para intentar pararlo con el mínimo daño posible.

El CM-1 quiso dejar muy claro que nunca intentó montar las reversas de los motores que estaban funcionando. Pensaba que hacer eso en aquellas condiciones hubiera empeorado la situación.

También declaró que mantuvieron el motor 3 funcionando, y que el CM-3 preguntó: “¿Lo arranco?” (refiriéndose al motor 4) y el CM-1 contestó: “No lo arranques”. Declaró que el motor 4 nunca inició el giro. No había señaleros en tierra para guiar su rodaje de vuelta al “finger”, pero en opinión del CM-1, sólo estaban unos 50 m alejados de él. Pensó que, si el sistema de guía visual estaba encendido, lo seguiría. En caso contrario, es posible detener el avión más o menos en la posición adecuada calculando la situación del avión usando las líneas amarillas pintadas a los lados de la línea central de rodaje.

El sistema visual no estuvo conectado en ningún momento durante el carreteo, pero él había aparcado otras veces sin ese sistema usando sólo las marcas en el suelo.

No se dirigió a los pasajeros en ningún momento. Le dijo a la sobrecarga que se ocupara de eso, pero no sabía si finalmente lo hizo. Durante el carreteo, sabía que había pasajeros de pie en la cabina.

Declaró que no se encendió ninguna luz de aviso en el panel frente a él durante el suceso. No sabía si alguna luz en el panel del CM-3 se llegó a encender. Como se ha dicho previamente, vio 3000 PSI de presión hidráulica en el indicador del acumulador (panel del CM-2) las dos veces que miró hacia él, incluso después de haber bombeado varias veces los frenos.

1.16.1.2.- Copiloto.

El copiloto recordaba que había una pérdida de combustible en el ala derecha cuando llegaron al avión. Había un fuerte olor a combustible. Recordaba que subieron al avión sobre las 16:50 h local, y la hora de calzos fuera fue alrededor de las 17:38 h, lo que significaba que les quedaba alrededor de una hora antes de que excedieran el período máximo establecido de actividad aérea.

Una vez estuvieron a bordo, la tripulación completó la lista de chequeo de antes de la puesta en marcha y, después de recibir autorización, arrancaron los motores 1 y 2 durante el remolcado, que se hizo en línea recta hacia atrás. Entonces, el operario que les asistía desde tierra dijo “Libre el tres” y

el CM-1 aplicó frenos porque entendió "Parking brake". El avión se detuvo abruptamente como resultado de esa aplicación de frenos. Después de que se aclaró el malentendido, el motor 3 se arrancó y el tractor se fue. Se notó que la indicación de EGT mostraba violentas oscilaciones. El CM-3 informó que era un punto "NO-GO" y el CM-1 decidió regresar al "finger". El proceso llevó en total unos 5 min, desde el momento en el que el tractor se fue hasta el momento en el que iniciaron el rodaje de vuelta. El avión estaba en ese momento todavía alineado con el "finger" y a unos 40 m o 50 m separado de él.

El CM-2 dijo: "Libre por la derecha" y durante el rodaje estaba mirando hacia fuera del avión para vigilar la distancia con obstáculos y con otras aeronaves.

Cuando oyó al CM-1 decir: "No frena", él también aplicó frenos sin ningún resultado positivo. No pensó que el avión fuese más rápido de lo normal durante el rodaje. Después de que el avión chocó con el "finger" y se detuvo, miró a las palancas de empuje y vio que los motores ya estaban parados.

Recordaba que el avión no mostró el menor síntoma de frenar cuando aplicaron frenos. También recordaba que, cuando llegaron a bordo del avión al principio del vuelo, vio en el indicador de presión que el acumulador estaba bajo y le pidió al CM-3 que le proporcionara presión. El CM-3 conectó la bomba auxiliar eléctrica (ACP) y el acumulador se cargó rápidamente.

Cuando aplicaron frenos durante el carreteo, no miró al acumulador. No podría decir si había o no presión en ese momento. Tampoco sabía si el motor 4 fue girado en algún momento. Sí estaba completamente seguro de que ese motor no se arrancó en ningún momento. El sistema visual de guía de atraque estuvo apagado todo el tiempo. No vio si las reversas fueron desplegadas o no. Durante el suceso fue la mayor parte del tiempo mirando fuera del avión y a su derecha.

1.16.1.3.- Operador técnico de vuelo.

El operador recordaba que había dos reportes previos de mantenimiento: la indicación de EGT 3 estaba inoperativa, e indicaciones de combustible en cabina no fiables. Llegó al avión y vio que mucho combustible se estaba derramando al suelo durante el repostaje del depósito principal número 2. Los bomberos estaban echando agua al combustible derramado en el suelo.

Declaró que los motores 1 y 2 fueron arrancados durante el remolcado o "pushback". El CM-1 aplicó frenos en esos momentos y algún exceso de combustible cayó al suelo a través del aliviadero. Entre tanto, la sobrecarga entró varias veces a la cabina para informar de la mal talante mostrado por varios pasajeros. Tras el arranque del motor 3, y puesto que se apreció una indicación errática de EGT, miró en los manuales y determinó que era un punto de "NO-GO". Entonces se inició un rodaje de vuelta al "finger". Cuando

oyó que el avión no frenaba, recordaba que miró a la bomba eléctrica auxiliar (ACP) y vio que estaba en ON (la cubierta estaba levantada) y que había 3000 PSI de presión en el sistema hidráulico 4. Desde su posición, es posible ver el indicador del acumulador.

El CM-3 reconoció que podría haber conectado el sistema hidráulico 1, pero no pensó en ello dado que todo sucedió en un muy breve lapso de tiempo.

1.16.1.4.- Copiloto de refresco.

El copiloto de refresco declaró que estaba sentado en la cabina, junto con otras cuatro personas: el CM-1, el CM-2, el CM-3 y un pasajero.

La lectura de la lista de chequeo previa a la puesta en marcha y el subsiguiente remolcado transcurrieron con normalidad. Al final del remolcado, con los motores 1, 2 y 3 ya funcionando, la indicación de EGT de éste último descendió hasta alcanzar cero grados. Es normal un cierto descenso de EGT después del arranque, pero no tanto como en esta ocasión.

El copiloto no podría decir si el motor 4 fue girado en algún momento después de que el número 3 hubiera sido arrancado. Ayudó al CM-3 a mirar en los manuales y encontraron que la indicación de EGT era un punto "NO-GO". El vehículo de remolcado ya se había ido y el CM-1 decidió regresar rodando al "finger", probablemente para evitar retrasos adicionales en la operación.

No recordaba que se hubiera leído ninguna lista después de que el motor 3 fue arrancado y antes de volver rodando al "finger".

Cuando el rodaje comenzó, recordaba que los frenos fueron aplicados y piensa que hubo algo de frenada positiva. Cuando el avión estaba alineado con el "finger" oyó: "No frena" y le pareció que el CM-1 aplicó frenos dos veces, al igual que el CM-2. Vio que el "finger" se aproximaba y pensó que el comandante dirigió el avión contra el "finger".

Durante el suceso, la sobrecarga entró en la cabina al menos dos veces. En una de ellas, estaba preocupada y le pidió al CM-1 que se dirigiera a los pasajeros. Sin embargo, en ese momento se estaba tomando la decisión de regresar a la pasarela. Más tarde, ella entró en la cabina de nuevo, pero fue en un momento próximo al choque contra el "finger", posiblemente en los últimos dos segundos.

No vio la indicación de presión del sistema 4. Oyó comentarios subsiguientes al impacto de que había 3000 PSI. Tampoco vio ninguna luz de aviso en el panel del comandante. No puede ver esas luces desde la posición en la que va sentado. No podría decir si la bomba eléctrica (ACP) saltó o estaba

desconectada durante la secuencia de arranque de los motores. Tampoco vio si las reversas de empuje fueron desplegadas.

La velocidad del avión durante el carreteo fue normal, de acuerdo a sus recuerdos de esos momentos.

El avión estaba unos 50 m separado del “finger” cuando se inició el rodaje. Después del choque, estuvieron unos 15 min o 20 min dentro de la cabina intentando determinar qué había ocurrido.

Había visto otras veces la caída de exceso de combustible por el aliviadero en otros B-747 durante el rodaje normal.

1.16.1.5.- Operador técnico de vuelo de refresco.

El OTV de refresco recordaba que el vuelo llevaba unas 5 h de retraso con respecto a su hora prevista de salida. Cuando llegaron al avión, el CM-1 le dijo que fuera a la cabina de pasajeros durante el despegue, porque su asiento en la cabina de vuelo iba a ser ocupado por otra persona.

Ocupó una plaza de pasajeros en la cabina de primera clase. Desde esa posición, no podía ver los motores o el ala del avión. Vio que el sobrecargo entró en la cabina de vuelo varias veces, para avisar que algunos pasajeros se estaban quejando. No vio a nadie de pie durante el carreteo.

En el momento del suceso, notó varios tirones en un momento dado. No notó una velocidad inadecuada durante el rodaje. Después del choque, fue a la cabina para ayudar a la tripulación de servicio, y oyó varios comentarios que estaban haciendo en esos momentos.

1.16.1.6.- Sobrecargo.

La sobrecarga recordaba que el embarque de los pasajeros llevó unos 50 min. Después, se cerraron puertas y se armaron rampas de evacuación. Se dirigió a los pasajeros de acuerdo al procedimiento normal. Algunos pasajeros estaban preocupados porque habían visto mucho combustible cayendo del avión mientras embarcaban.

Entonces comenzó el remolcado. La azafata que estaba situada junto a la puerta 5R avisó que algunos pasajeros habían visto más combustible derramándose del ala, y algunos de ellos tomaron su equipaje de mano y empezaron a caminar hacia la parte delantera del avión mientras se quejaban. Uno de los líderes de lo que fue descrito como una especie de sublevación o motín era un pasajero con síntomas de haber consumido alcohol.

La sobrecarga fue a la cabina de vuelo y solicitó instrucciones al CM-1. No recibió indicaciones claras sobre lo que decir, ya que la tripulación se

encontraba en esos momentos decidiendo el regreso al “finger”. Utilizó la megafonía para decir a los pasajeros que no había problema y que volvieran a sus asientos.

En esos momentos, otros tripulantes de cabina estaban informando que había muchos pasajeros de pie y protestando.

La sobrecarga recordaba haber entrado dos veces a la cabina de vuelo antes del choque, que ella notó porque vio el “finger” aproximarse por la ventanilla y oyó un sonido metálico fuerte.

Después del choque, fue a la cabina de vuelo, se enteró de lo que había pasado y pidió instrucciones. Se dirigió a los pasajeros para decirles que todo estaba bajo control y que las escalerillas estaban en camino.

Entonces se colocó una escalera en la puerta 2R y diverso personal de emergencia accedió al avión. Los pasajeros abandonaron el avión por la puerta 5L, en unos 35 min.

Después que el último pasajero hubiera bajado, ella también abandonó el avión y vio a mucha gente alrededor del avión en tierra.

1.16.1.7.- Observador en tierra.

Una persona que estaba situada dentro del edificio terminal, frente al avión cuando estaba aparcado en el “finger” T-1, vio al tractor remolcándolo fuera del “finger”. Esta persona no tenía un conocimiento aeronáutico específico, pero trabajaba en el aeropuerto y había visto muchos aviones rodando.

Cuando miró de nuevo hacia el avión, estaba viniendo hacia el “finger” solo, sin ser remolcado. Pensó que el avión venía muy rápido, teniendo en cuenta que estaba próximo a la pasarela y a otros vehículos y aviones.

Vio que el avión no reducía su velocidad hasta que chocó contra la pasarela. Notó que tras el choque el morro del avión descendió, al igual que el amortiguador del tren, según sus palabras, de modo que parecía como si el avión hubiera frenado en el último momento y la inercia hubiera hecho moverse al fuselaje después de que las ruedas estuvieran detenidas.

No notó nada especial en cuanto al estatus de los motores. Los pasajeros abandonaron el avión a través de una puerta situada en la parte trasera izquierda del fuselaje.

No vio a nadie alrededor del avión cuando iba rodando.

1.16.1.8.- Operarios de tierra.

La declaración del operario que estaba asistiendo al avión durante el remolcado se ha reproducido en el apartado 1.1 de este informe, incluyendo el hecho de que vio el motor 4 girar durante unos instantes, al igual que la declaración de otro de los operarios que fueron al avión después de que se notó el problema de la indicación de EGT. Este último declaró que vio el avión acercarse con bastante velocidad y con las reversas desplegadas.

1.16.2.- Ensayo estático del sistema de frenos.

Después del incidente, el avión fue remolcado a unas instalaciones de mantenimiento del operador en el Aeropuerto de Madrid-Barajas. Durante ese remolcado, los frenos del avión fueron usados y se comprobó que se comportaban de modo normal. El FDR y el CVR se desmontaron y se mantuvieron custodiados.

Se requirió al operador que preservara los sistemas hidráulico y de frenos como estaban tras el incidente a efectos de llevar a cabo la investigación. Se indicó que no podía realizarse ningún trabajo o reparación en esos sistemas hasta no recibir instrucciones adicionales.

Se solicitó la realización de un ensayo para determinar el estatus del sistema de frenos del avión. Para ello se llevó a cabo el procedimiento de determinación de averías detallado en el Manual de Mantenimiento del avión (Ch. 32-41-00, párrafo 2, páginas 102 y 105) con presencia de miembros de la CIAIAC. Se instalaron manómetros en el freno de cada rueda para estar seguros de que llegaba la presión adecuada a las ruedas durante el ensayo.

El ensayo consistía básicamente en presurizar el sistema 4 y medir las presiones después de pisar y soltar los pedales del comandante y del copiloto, poner la palanca del tren en la posición de “tren arriba”, presurizar después el sistema 1 y medir las presiones de nuevo anotando las luces de aviso que apareciese, y finalmente presurizar el sistema 2 y medir presiones y anotar luces de aviso.



Manómetros instalados en los frenos del TF-ATH



Panel del CM-3. Ver el interruptor de la ACP ("ELEC PUMP HYD SYS 4", cubierta levantada). El manómetro del sistema hidráulico 4 marca 3100 PSI.

Los resultados del ensayo fueron satisfactorios de acuerdo al criterio de "PASA" del manual de mantenimiento. La conclusión fue que el sistema funcionaba correctamente y por lo tanto estaba completamente operativo.

Además, se comprobó que la bomba eléctrica (ACP) se desconectaba automáticamente en el mismo instante de iniciar el giro en la secuencia de arranque.

1.16.3.- Prueba del sistema de frenos en rodaje.

Después del ensayo estático, el sistema se consideró operativo de acuerdo a las instrucciones del fabricante descritas en el Manual de Mantenimiento. Sin embargo, todavía había dudas sobre el escenario operacional o dinámico que afrontó la tripulación el día del incidente.

Había declaraciones de miembros de la tripulación de que habían visto 3000 PSI de presión en el sistema durante el suceso y, sin embargo, el avión no había frenado lo más mínimo.

Por lo tanto, se decidió realizar un ensayo de rodaje para tratar de simular y reproducir las condiciones del día del incidente.

El ensayo se llevó a cabo el 27 de Noviembre de 2002 a las 13:35 h, en una zona adecuada del Aeropuerto de Barajas. Se había pedido al operador que mantuviese sin modificar ni reparar los sistemas hidráulico y de frenos desde la fecha del incidente. Entre tanto, se habían realizado algunas reparaciones estructurales y se habían desmontado algunos motores y otras piezas que no afectaban a aquellos sistemas.

El ensayo se llevó a cabo de acuerdo al plan de ensayo Ref. ME3/02134 Rev. 3 (22-11-2002) y tuvo una naturaleza cualitativa. Antes de ello, como ya se ha dicho, se había realizado una prueba del sistema de frenos (de tipo estático, es decir, sólo se chequean presiones sin mover el avión) de acuerdo con el Manual de Mantenimiento de Boeing, y su resultado fue "Sistema funciona correctamente" (ver el apartado 1.16.2 más arriba).

Los propósitos de la prueba de rodaje eran:

- simular el posible escenario que se encontró durante el incidente del 14 de Septiembre de 2002.
- probar que no existían fallos ocultos en el sistema (es decir, fallos que podrían no ser detectados mediante la prueba estática normal del sistema), aunque la probabilidad de ello se consideraba muy baja.



Marcas en el suelo durante los ensayos de rodaje (continuas y poco marcadas)



Marcas en el suelo el día del incidente (intermitentes y marcadas)

La principal intención del ensayo era probar la capacidad del acumulador para detener el avión desde una baja velocidad de rodaje. La información recopilada de los especialistas indicaba que la capacidad de frenada del acumulador no se garantiza incluso a velocidades muy bajas (el manual de operaciones del Operador, sección 12.32.10, 15 Nov 2000, dice que "el acumulador de presión no detendrá el avión si durante el despegue se pierde la presión normal de frenos", pero no cubre el caso de rodaje normal).

El ensayo de rodaje se consideró de muy bajo riesgo, puesto que todos los participantes estaban avisados de su naturaleza, se disponía de otros tres sistemas adicionales de frenado en caso necesario y se había requerido que se dispusiese de una amplia zona de plataforma libre de obstáculos para realizar el ensayo con seguridad.

El peso del avión se estimó en unos 205000 kg (comparados con 364000 kg el día del incidente). La zona en la que se realizaron los ensayos tenía una ligera pendiente descendente. Hubo una lluvia ligera durante la última parte del ensayo, lo que impidió que las marcas del suelo pudieran observarse con detalle (ver foto adjunta).

RESULTADOS DE LA PRUEBA 1

Después de la lista de chequeo de antes de la puesta en marcha, el avión fue remolcado hacia atrás unos 50 m. Durante el remolcado, se arrancaron los motores 1, 2 y 3. Se aplicaron frenos de aparcamiento y el motor 4 fue "motorizado" o girado un poco por el CM-3, pero sin completar la secuencia de arranque. La bomba eléctrica (ACP) se desconectó automáticamente en el mismo momento de iniciarse el giro del motor 4, casi de inmediato.

Entonces se marchó el tractor. Cuando el avión estaba preparado para rodar hacia delante, los frenos de aparcamiento fueron soltados después de que el CM-1 presionara los pedales. Mientras el CM-3 preguntaba por algunas aclaraciones sobre la condición de ciertos sistemas para el rodaje "de vuelta al "finger"" que se iba a simular, el CM-1 mantuvo los pedales presionados y, por lo tanto, la presión del acumulador se perdió rápidamente. Antes de iniciar el ensayo de rodaje, no había presión disponible y el avión comenzó a moverse ligeramente hacia delante, aunque el CM-1 mantenía los pedales presionados, como resultado del empuje de ralentí de los motores 1, 2 y 3 y de la pendiente ligeramente descendente. Por lo tanto, se simuló una condición de falta de frenos real. Entonces la ACP fue conectada de nuevo por el CM-3 (sin ningún apresuramiento) y en menos de 2 segundos hubo presión disponible y el acumulador se cargó de nuevo. Se detuvo entonces el avión usando los frenos de modo normal. Toda la maniobra llevó unos 15 m de movimiento del avión.

La prueba fue entonces repetida desde ese punto. Los frenos de aparcamiento estaban aplicados, el acumulador cargado, la ACP estaba en OFF, y entonces los frenos de aparcamiento y los pedales fueron soltados, y algo de empuje añadido a los motores. El avión empezó a rodar. La presión

del acumulador todavía era de 3000 PSI. Cuando la velocidad normal de rodaje (estimada) se alcanzó, el CM-1 aplicó frenos de modo continuo y la presión del acumulador descendió a 1000 PSI después de la aplicación de pedal y se notó una deceleración moderada. Finalmente, el avión se detuvo en menos de 2 segundos y una distancia estimada de 4 m. Se aplicaron de nuevo frenos de aparcamiento, con una presión de acumulador de 800 PSI (NOTA: si no se aplican frenos de aparcamiento para “atrapar” la presión del acumulador, y los pedales se mantienen presionados, la presión va a cero muy rápidamente).

Resultados registrados en la PRUEBA 1:

- estatus de la ACP: OFF.
- fuerza en el pedal: Similar a una frenada normal; no se notó ninguna sensación especial.
- deceleración del avión: moderada.
- presión del acumulador: descendió a 800 PSI, y después se mantuvo por los frenos de aparcamiento.
- avisos en el panel del CM1: luz de "brake source low pressure"
- tiempo y distancia para detener el avión: aproximadamente 2 seg. y 4 m.
- marcas de ruedas: no observadas.

RESULTADOS DE LA PRUEBA 2

El avión fue entonces remolcado unos 40 m hacia atrás, y después el tractor se retiró. Con los frenos de aparcamiento aplicados, la ACP estaba desconectada y la ADP 4 estaba en OFF; la “Normal brake source select” fue seleccionada por el CM-3 a SYS 1; con esta acción, el acumulador se recargó por completo de nuevo en unos 2 segundos. Se soltaron los frenos de aparcamiento y el avión comenzó a rodar hacia delante con los motores 1, 2 y 3. Cuando se alcanzó la velocidad normal de rodaje, el CM-1 aplicó frenos y, como se esperaba, el avión fue detenido rápidamente con una fuerte deceleración.

- estatus de la ACP: OFF.
- fuerza en el pedal: Similar a la frenada normal; no se notó nada especial.
- deceleración del avión: fuerte.
- presión del acumulador: descendió a 2000 PSI brevemente; rápidamente recuperada a 3000 PSI.
- avisos en el panel del CM1: Ninguno.
- tiempo y distancia para detener el avión: aproximadamente 1 seg. y 3 m.
- marcas de ruedas en el suelo: continuas.

RESULTADOS DE LA PRUEBA 3

Desde la posición anterior, con los frenos de aparcamiento aplicados, la ACP estaba en ON; la ADP 4 estaba en OFF; la “Normal brake source select” fue seleccionada por el CM-3 a PRIM SYS 4. Se soltaron entonces los frenos de

aparcamiento y el avión empezó a rodar hacia delante con los motores 1, 2 y 3. Cuando se alcanzó la velocidad normal de rodaje, el CM-1 aplicó frenos y, como se esperaba, el avión fue rápidamente detenido con una fuerte deceleración.

- estatus de la ACP: OFF.
- fuerza en el pedal: Similar a la frenada normal; no se notó nada especial.
- deceleración del avión: fuerte.
- presión del acumulador: descendió a 2000 PSI brevemente; rápidamente recuperada a 3000 PSI.
- avisos en el panel del CM1: Ninguno.
- tiempo y distancia para detener el avión: aproximadamente 1 seg. y 3 m.
- marcas de ruedas en el suelo: continuas.

RESULTADOS DE LA NUEVA PRUEBA 1

La prueba 1 (frenar sólo con acumulador) se repitió entonces desde el punto anterior. Se aplicaron frenos de aparcamiento, el acumulador estaba cargado, la ACP estaba en OFF, y entonces se soltaron los frenos de aparcamiento y los pedales y se aplicó algo de empuje. El avión empezó a rodar. La presión del acumulador todavía era de alrededor de 3000 PSI. Cuando se alcanzó la velocidad de rodaje (estimada) normal, el CM-1 aplicó frenos de modo continuo. La presión del acumulador descendió hasta los 1000 PSI y se observó una moderada deceleración. Finalmente, el avión se detuvo en unos 2 seg con una distancia estimada de 5 m. Se aplicaron de nuevo frenos de aparcamiento, con una presión de acumulador de 800 PSI. La distancia desde la suelta de frenos de aparcamiento fue de unos 36 m.

Resultados registrados de la NUEVA PRUEBA 1:

- estatus de la ACP: OFF.
- fuerza en el pedal: Similar a una frenada normal; no se notó ninguna sensación especial.
- deceleración del avión: moderada.
- presión del acumulador: descendió a 800 PSI después de la primera aplicación de pedal, y después se mantuvo por los frenos de aparcamiento.
- avisos en el panel del CM1: luz de "brake source low pressure"
- tiempo y distancia para detener el avión: aproximadamente 2 seg. y 5 m.
- marcas de ruedas: continuas (ver foto).

CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS DE RODAJE:

- La ACP se desconecta automáticamente al primer giro del motor 4.
- Si la secuencia de arranque del motor 4 se aborta, una acción humana deliberada se requiere para evitar dejar al avión sin ningún sistema de frenos disponible.

- No hay "precaución" o "aviso" en cabina de este hecho. Sin embargo, el Manual de Operaciones avisa que la ACP deber ser conectada de nuevo si no se culmina la secuencia de arranque del motor 4 ("Procedimientos Normales", 2.01.32, 15-Nov-2000).

- La presión del acumulador se demostró que era suficiente para detener el avión (al peso mencionado) desde una velocidad de rodaje baja, pero es rápidamente consumida si se aplica presión continua o varios toques son aplicados a los pedales.

- Si la tripulación no es consciente de la situación anormal, cuando no se dispone de presión normal de frenos, es muy probable que la presión del acumulador se consumirá de modo rápido e inadvertido mucho antes de ser realmente usada para detener el avión.

1.17.- Información orgánica y de dirección.

1.17.1.- Movimiento en superficie en el Aeropuerto de Madrid-Barajas.

La información orgánica del Aeropuerto de Barajas pertinente para los propósitos de este informe tiene que ver con los límites entre el área de maniobra (bajo el control de los servicios ATC) y el área de plataforma.

No está claro en el AIP España dónde empieza y dónde acaba cada una de esas partes. Algunas áreas de la plataforma no son visibles desde la posición de torre en la que los controladores del movimiento en superficie están situados.

No se establece la responsabilidad de cada departamento en el control de esas áreas. Por lo tanto, en el caso de un avión que rueda hacia una posición de aparcamiento, dentro de la plataforma, la misión del controlador de movimientos en superficie del ATC es autorizar el movimiento después de comprobar con el Departamento de Operaciones que esa posición de aparcamiento está libre y por lo tanto puede ser ocupada por el avión que llega.

Como se ha indicado en el apartado 1.10 arriba, el AIP establece que el Control de Movimientos en Superficie del ATC (GMC) tiene la responsabilidad del control de los movimientos de todas las aeronaves, vehículos y personas en el área de maniobras excepto en la pista o pistas en uso. En la práctica, esto implica que es responsable de movimientos en las calles de rodaje y posiblemente en parte de la plataforma, pero nada se dice en el AIP sobre la propia plataforma. En cualquier caso, el GMC sí que proporciona separación entre aeronaves todo el tiempo, pero no separación de aeronaves con vehículos o personas en el área de plataforma. Además, algunas calles de rodaje atraviesan o están en el interior de la plataforma y, por lo tanto, están bajo control del ATC porque son parte del área de maniobras.

Si el piloto de un avión se da cuenta de que no hay guía disponible para llevar a cabo un atraque o aparcamiento, en forma de sistema de guía visual o señaleros humanos, normalmente solicita ese servicio al ATC, que es el único servicio con el que está comunicado por radio. En ese caso, el controlador avisa al Departamento de Operaciones el cual envía a un operador a encender el sistema de guía visual de una pasarela o envía a un coche "PAPA" con señaleros para dirigir al avión.

Sin embargo, en la práctica, si el piloto no solicita ninguna ayuda para aparcar el avión, no hay procedimiento para proporcionársela automáticamente.

1.18.- Información adicional.

1.18.1.- Entrenamiento de refresco para las tripulaciones de B-747.

Para mantener la habilitación de tipo de sus licencias, las tripulaciones deben asistir a entrenamiento periódico, consistente en cursos de refresco, cursos de salvamento, cursos de mercancías peligrosas, e inspecciones en línea.

Los cursos de refresco se dan aproximadamente cada seis meses, en un ciclo de dos años. Cuando se completa el ciclo, el tripulante habrá revisado cada sistema del avión, y habrá realizado una serie de maniobras que asegurarán que mantiene su capacidad de vuelo. El tripulante debe también demostrar su conocimiento teórico de los sistemas en los exámenes correspondientes.

El entrenamiento de refresco consiste habitualmente en dos sesiones de simulador de vuelo, con las correspondientes reuniones pre y post-vuelo.

Los temarios de los cursos de refresco del B-747 fueron revisados y no se encontró entrenamiento específico o simulación de disfunciones en el sistema de frenos durante rodaje o remolcado del avión.

1.18.2.- Admisión a la cabina de vuelo y tripulantes de vuelo en sus posiciones.

De acuerdo a JAR-OPS 1.100, un operador deberá garantizar que ninguna persona, que no sea miembro de la tripulación de vuelo asignado al mismo, sea admitida o transportada en la cabina de vuelo a menos que sea: un miembro de la tripulación en servicio, un representante de la Autoridad, o sea permitido su acceso y transportada de acuerdo con las instrucciones del

Manual de Operaciones. Se establece que la decisión final sobre la admisión a la cabina de vuelo será responsabilidad del comandante.

En JAR-OPS Subparte P se especifica el contenido del Manual de Operaciones de un operador determinado. El párrafo 8.3.12 establece que habrá condiciones para conceder acceso a la cabina de vuelo a personas aparte de la tripulación de vuelo.

El párrafo 8.3.10 establece que el Manual debería también incluir un requerimiento para que los miembros de la tripulación estén en sus puestos o en asientos designados en diferentes fases del vuelo o cuando sea necesario en aras de la seguridad del vuelo. El Manual de Operaciones del operador fue revisado e incluye estos requisitos.

1.19.- Técnicas de investigación útiles o eficaces.

Ninguna.

2.-ANÁLISIS

2.1.- Circunstancias generales del vuelo.

La revisión de toda la información sobre los hechos recopilada, según se ha descrito en los apartados precedentes, lleva a la conclusión de que algunos de los pasajeros que embarcaron en aquel vuelo con destino a Ciudad de México, con una duración estimada de 9.5 h, estaban en un estado de ánimo que incluía algún grado de ansiedad y estrés.

Las principales razones para ese estado de ánimo eran:

- El vuelo tenía un retraso de más de 4 horas.
- Los pasajeros pensaban que el avión tenía un problema de mantenimiento y que ésa era la causa del retraso.
- Al embarcar, vieron una importante cantidad de combustible derramarse de un depósito.
- Después de que empezó el remolcado, notaron caídas adicionales de combustible.
- Cuando empezaron a quejarse, no recibieron explicaciones claras y convincentes de la tripulación.

De acuerdo a algunas informaciones, no puede descartarse que el alcohol fuese un factor negativo que influyó en el comportamiento de algún pasajero.

Esta situación finalmente llevó a algunos pasajeros a quejarse a los tripulantes de cabina y a decir que se negaban a volar. La tensión se fue transmitiendo a otros pasajeros y finalmente llegó a la cabina de vuelo a través de la sobrecarga, que entró varias veces para informar de la situación y para sugerir al comandante que se dirigiera a los pasajeros por megafonía.

La sobrecarga recordaba haber entrado dos veces en la cabina de vuelo. Las palabras “amotinados” e “insurrección” se usaron para describir la situación entre los tripulantes de cabina y también a la tripulación de vuelo.

Este factor podría haber afectado el estado de concentración y la actuación de la tripulación, introduciendo un factor de distorsión durante el remolcado, el período de decisión sobre qué hacer con el vuelo, y el posterior rodaje hacia el “finger”. Esos eran momentos de carga de trabajo en la cabina de vuelo, al tener que vigilar de cerca los parámetros del motor 3, mirar los manuales para encontrar la influencia del fallo de indicación de EGT, tomar la decisión de qué hacer con el vuelo y, una vez decididos a regresar al “finger”, decidir cómo llegar a él, puesto que el tractor ya se había marchado.

Por otro lado, la propia tripulación de vuelo también estaba probablemente afectada por el retraso que acumulaba el vuelo hasta esos momentos. Además de la molestia normal que cualquier retraso produce en cualquier persona, les quedaba alrededor de 1 h disponible para el despegue, ya que de otro modo, teniendo en cuenta la duración estimada del vuelo a México, podrían exceder el período máximo de actividad aérea para tripulaciones de vuelo.

La secuencia de los diferentes sucesos que concluyeron con el choque con la pasarela ha sido deducida de los diferentes testimonios de testigos y otras evidencias. Como se describió en el apartado 1.11, no se dispuso de datos de FDR. Tampoco hubo sonido grabado del suceso en el CVR, aunque la información contenida en el mismo ha sido de algún modo útil en la investigación del incidente.

Teniendo en cuenta que no se detectó ninguna disfunción mecánica o de sistemas en el avión después del incidente, ni el mismo día cuando el avión fue remolcado a las instalaciones de mantenimiento, ni durante las pruebas de detección de averías posteriores, podría inferirse que el suceso tuvo una naturaleza operacional.

El escenario más probable al que se enfrentó la tripulación se describe en los siguientes apartados, de un modo secuencial, con algún texto de discusión adicional donde se ha considerado necesario.

2.2.- Arranque de motores y remolcado.

- Puesto que el vuelo llevaba algún retraso, y el estrés iba en aumento en la cabina de pasajeros por lo que se apreciaba como problemas de mantenimiento, la tripulación estaba probablemente agilizando un poco el procedimiento de arranque de los motores.
- La tripulación hablaba con la torre y tenía cierta carga de trabajo en la cabina. Por lo tanto, no entendieron cuando el operario de tierra les dijo “Girando el tres” y aplicaron frenos, al haber entendido “Frenos de aparcamiento”. Esto significa que en esos momentos el sistema de frenos funcionaba correctamente.
- En algún momento, la sobrecarga avisó que los pasajeros habían visto combustible caer durante el remolcado. El CM-1 preguntó al operario si veía combustible caer del ala.
- El operario solicitó frenos de aparcamiento, que fueron aplicados por el CM-1 sin problema.
- En esos momentos confusos, después del arranque del motor 3, es posible que el CM-3 activara el selector de encendido del motor 4 sin esperar a que el comandante ordenara “Puesta en marcha 4” tal y como requiere el Manual de Operaciones. y la lista de comprobación. El operario en tierra vio girar el motor 4 y dijo: “Girando el 4”.

- Se le respondió desde la cabina diciéndole: “No, no hemos arrancado el 4 porque hay un fallo de indicación de EGT del motor 3”.

Por lo tanto, el motor 4 fue motorizado y giró por unos instantes, pero el CM-1 pensaba que no habían intentado arrancar el motor en ningún momento, y nunca había movido la correspondiente llave de combustible. El CM-3 había activado el selector de encendido, pero quizá lo hizo como una acción rutinaria, de modo automático, y cuando se hizo evidente el problema con la indicación del EGT 3, fue absorbido por la posible solución a este problema y olvidó el giro previo del motor 4.

En ese momento, un cambio de configuración determinante se había producido sin que ningún miembro de la tripulación se percatara de ello: la bomba eléctrica auxiliar (ACP), diseñada precisamente para proporcionar presión hidráulica en operaciones en tierra cuando el motor 4 no está funcionando, se había desconectado automáticamente como resultado del giro del motor 4.

Si el CM-3 hubiera notado que la secuencia de arranque del motor 4 se había iniciado, y hubiera recordado el procedimiento de arranque de motores que específicamente remarca: *“Si se ha abortado la puesta en marcha del motor No. 4, volver a poner on ON el interruptor de la bomba auxiliar eléctrica (ACP) del sistema hidráulico 4”*, es posible que la cadena de circunstancias que llevaron al incidente se hubiera roto.

Puesto que los frenos de aparcamiento estaban aplicados, y presumiblemente los pedales presionados, el avión no se movió y la presión remanente quedó atrapada en el acumulador.

2.3.- La decisión de cancelar el vuelo y retornar rodando a la pasarela.

- En esos momentos, el CM-3 estaba ocupado mirando los manuales, con la ayuda del copiloto de refresco. Se determinó que el fallo de indicación de EGT 3 impedía el despacho del avión y, por lo tanto, el CM-1 decidió regresar a la pasarela.
- En ese momento, otro factor contribuyó a la secuencia de hechos que llevaron al incidente, puesto que el tractor de remolcado se había ido. El CM-1 decidió regresar rodando el avión con tres motores, lo que implicaba aplicar algo de empuje y vigilar cuidadosamente la dirección del avión. Los tractores están muy demandados en el Aeropuerto de Barajas.
- Una indicación del grado de ansiedad o apremio en la cabina de vuelo la da el hecho de que no hay evidencia de que se completara una lista de comprobación de “Después de arranque de motores” antes de soltar los frenos de aparcamiento e iniciar el rodaje. Si se hubiera completado la lista, el sistema hidráulico se habría comprobado antes de iniciar el carreteo.

- Otra indicación es el hecho de que, aunque la tripulación sabía que había pasajeros en pie, decidieron rodar sin avisarles o requerirles que ocuparan sus asientos. Esta decisión era contraria a los procedimientos normales de rodaje, que requieren que los pasajeros estén sentados y con los cinturones abrochados durante el rodaje, el despegue y el aterrizaje.
- Además, el CM-1 no solicitó que se encendiera el sistema de guía de atraque visual, o la ayuda de un señalero. Estaba confiado que sería capaz de aparcar el avión usando las marcas del suelo.
- A partir de ese momento, es posible que el CM-1 aplicara frenos y consiguiera inicialmente algo de efecto de frenada debido a la presión retenida por el acumulador. Se encontraron marcas de neumáticos en la plataforma, congruentes con algo de frenada de las ruedas. Sin embargo, esta presión se consumió rápidamente y, desde ese punto, no quedaba nada de presión disponible para los frenos del CM-1 o del CM-2. Como se ha discutido previamente, la presión del acumulador solo probablemente no detendrá el avión a menos que el piloto sea consciente de la situación y aplique frenos de modo cuidadoso y continuo y, después, atrape la presión aplicando frenos de aparcamiento.
- Después de que ocurrió la pérdida de presión, todo debió suceder muy rápido. Al parecer la sobrecarga entró de nuevo en la cabina en esos momentos críticos, y la tripulación fue distraída cuando más se necesitaba la concentración de todos sus miembros para tomar medidas correctoras ante la falta de frenada.
- Las declaraciones del CM-1 y del CM-3 no son consistentes con la hipótesis expuesta aquí. Ellos recordaban con seguridad haber visto 3000 PSI en el indicador del acumulador en frente del CM-2 y en el indicador del CM-3. Además, el CM-3 recordaba haber visto que la ACP estaba conectada, y que la cubierta estaba levantada. Ninguno de los dos recuerda haber visto ninguna luz de aviso.
- Si esa fuera la situación, permanecería sin explicación el comportamiento del avión, porque en el proceso de detección de avería se comprobó, mediante manómetros de presión instalado en las propias ruedas, que la presión alcanzaba cada rueda cuando los procedimientos adecuados en cabina eran aplicados.
- Ambos tripulantes reconocieron posteriormente que podrían haber tomado acciones correctoras: conectar el sistema hidráulico alternativo 1 (el CM-3) y conectar el sistema hidráulico de emergencia (el CM-1). Sin embargo, la cercanía del “finger” dejó muy poco tiempo de reacción en esos momentos, y no tuvieron tiempo de pensar en esas medidas.
- No hay procedimiento específico en el Manual de Operaciones para “frenado de emergencia”, o un entrenamiento de refresco específico para esa situación.
- La falta de acción de frenada probablemente hizo que la velocidad del avión respecto al suelo se incrementase un poco, debido al empuje de los motores que estaban funcionando. Esto sería la razón por la cual

la velocidad se incrementó hasta el punto de que los observadores en tierra la apreciaron como anormalmente alta en los momentos finales antes del choque, desde la velocidad normal (reducida) a la cual se inició el rodaje según recordaban los miembros de la tripulación.

- Bajo las difíciles circunstancias descritas, y con el poco tiempo disponible para reaccionar, el CM-1 tomó la decisión de dirigir el avión hacia la pasarela, con la intención de detenerlo y evitar un choque más violento con otro avión.

2.4.- Resumen de los factores que influyeron en el suceso.

Por lo tanto, hubo varios factores que influyeron en el incidente:

- Tareas de mantenimiento previas que no corrigieron los problemas reportados previamente. El indicador de EGT 3 se cambió. Sin embargo, parece que el motor no se arrancó después de ese cambio para comprobar que la indicación era correcta, puesto que el cambio de indicador se produjo con el avión aparcado en la pasarela. El procedimiento de repostado acabó con una apreciable cantidad de combustible cayendo al suelo.
- Las tareas de mantenimiento habían retrasado el repostaje del avión, hasta el punto de que se estaba realizando mientras los pasajeros embarcaban. Esto ocurre en otras ocasiones, pero la visión de personal de mantenimiento y bomberos trabajando alrededor del avión, mientras caía combustible, incrementó la ansiedad de algunos pasajeros.
- Se proporcionó poca información a los pasajeros sobre la situación de mantenimiento del avión y la naturaleza de los derrames de combustible.
- El no llevar a cabo la lista de chequeo de después de arranque de motores antes de iniciar el rodaje.
- La falta de un tractor para remolcar el avión al aparcamiento. La tripulación no quiso perder tiempo esperando a otro tractor y decidió regresar de inmediato con los propios medios del avión.
- El fallo de la indicación de EGT 3 y otras interrupciones a los miembros de la tripulación, que provocaron distracciones y probablemente influyeron su capacidad de tomar decisiones rápidas y adoptar medidas correctoras inmediatas.
- La influencia del hecho de que el OTV de refresco no estuviera en la cabina de vuelo no puede ser claramente determinada. Había otra persona ocupando el asiento que él solía ocupar durante los despegues y los aterrizajes. Si él hubiera estado dentro de la cabina de vuelo, podría haber ayudado al CM-3 de servicio a determinar la causa de la pérdida de acción de frenada basándose en su experiencia y en su conocimiento de los sistemas y de los procedimientos que deber seguir el ingeniero de vuelo. Sin embargo,

este punto queda indeterminado, puesto que todo el suceso ocurrió en un breve período de tiempo.

2.5.- Discusión de posibles recomendaciones de seguridad.

Todos estos factores merecen la discusión de la posible emisión de varias recomendaciones de seguridad. En primer lugar, sería beneficioso incrementar el entrenamiento de las tripulaciones del operador en el área de procedimientos de emergencia relacionados con el sistema de frenos del B-747, para permitir una respuesta rápida y automática en el caso de ocurrencias similares.

El problema de exceso de combustible cayendo de un avión durante el rodaje y causando preocupación a los pasajeros ha sucedido otras veces en varios modelos de avión. Podría concluirse que las tripulaciones deberían recibir entrenamiento adicional y procedimientos para tratar con situaciones en las cuales la tensión se incrementa entre los pasajeros, de modo que se informara a éstos adecuadamente sobre el estatus del avión y el significado de los signos externos que pudieran notar a su alrededor, especialmente en lo referente a caídas de combustible durante el rodaje si esa es una situación común en un modelo concreto de avión.

Sin embargo, el posible comportamiento de los pasajeros en el interior de un gran avión de transporte comercial es muy difícil de predecir, y las medidas correctoras a aplicar variarán dependiendo de las circunstancias exactas de un suceso dado. Además, existe la posibilidad de que el dar demasiada información técnica sobre el avión a los pasajeros pudiera incrementar su grado de ansiedad. Por lo tanto, no se ha identificado con claridad ninguna recomendación que pudiera emitirse a este respecto.

También sería conveniente evitar que personas no necesarias para la operación, aparte de tripulaciones de refresco, o que no tengan una misión relacionada con la operación del avión, obviamente aparte de inspectores, instructores, etc., ocuparan un asiento en la cabina de vuelo durante el rodaje el despegue y el aterrizaje, ya que su sola presencia podría introducir factores de distracción adicionales en una situación de emergencia. Este requisito ya está, de modo general, contemplado en JAR-OPS y en los procedimientos del operador, por lo que, no procede realizar una recomendación al respecto.

Sí se considera necesario emitir una recomendación para que los procedimientos de mantenimiento del operador sean mejorados para asegurar que las sustituciones en rampa de instrumentos de motor son adecuadamente comprobadas tras su realización. El hecho de que el indicador de EGT 3 fue cambiado pero no corrigió la disfunción de la indicación de EGT 3, fue evidente para la tripulación nada más arrancar el motor 3.

El piloto al mando es responsable de mantener adecuada separación con obstáculos en el área de plataforma. Aunque no se considera que haya tenido una influencia directa en este incidente, parece que las operaciones serían más seguras si no hubiera opción a que una gran aeronave con elevado peso rodara hacia una pasarela por sus propios medios sin ningún tipo de guía en tierra. Por lo tanto, sería recomendable que los operadores introdujeran este requisito en sus procedimientos, y que las Autoridades del aeropuerto introdujeran en el AIP el requisito de que sea obligatorio el disponer de guía visual automática o ayuda de señaleros humanos en tierra para que una aeronave se dirija rodando a una pasarela. Esta última acción de las Autoridades del aeropuerto requeriría previamente que se estableciesen claramente los límites entre el área de maniobras y el área de plataforma, y asignar a un departamento determinado la responsabilidad de cada área.

2.5.1 Discusión sobre la influencia del sistema de frenos del B-747.

El sistema de frenos del B-747 tiene un alto grado de redundancia. Sin embargo, en determinadas circunstancias, se necesita una acción humana deliberada para evitar dejar el avión sin ninguna fuente de presión de frenos aparte del acumulador cuya función principal es mantener los frenos de aparcamiento aplicados.

Una de esas circunstancias es cuando la secuencia de arranque del motor 4 es abortada por cualquier motivo. Desde el primer momento en el que se gira el motor 4, las EDP o ADP número 4 empiezan a presurizar el sistema hidráulico y el interruptor de la bomba eléctrica auxiliar (ACP), que se mantiene magnéticamente aplicado, se mueve automáticamente a la posición de “desconectado”.

Esta situación es claramente subrayada en el manual de operaciones preparado por el operador. Sin embargo, parece que pudiera existir una estrecha “ventana” en la operación del avión en la cual, si el motor 4 se gira pero no se arranca, y no se toma acción por parte del CM-3 (conectar de nuevo la bomba eléctrica ACP), el avión podría quedar sin ninguna presión de frenos. La probabilidad de esto puede ser muy pequeña y las tripulaciones deberían estar entrenadas para esta eventualidad, pero una cadena de hechos (distracciones a la tripulación debido a pasajeros enfadados, otros fallos en la cabina, etc.) podría dar como resultado la puesta en peligro del avión o de personas en zonas congestionadas de movimientos en tierra en las cuales, en ocasiones, existe relativamente poco tiempo para reaccionar incluso a bajas velocidades de rodaje.

Se intentó pensar en alguna medida razonable que pudiera evitar sucesos similares a los descritos arriba. Este sistema de frenos ha sido básicamente el mismo durante muchos años sin que se haya detectado, hasta donde se

tiene noticia, ningún problema específico relacionado con los aspectos tratados en este informe.

Se propuso cambiar la secuencia de arranque de los motores durante el remolcado hacia atrás. Hasta ahora, el manual de operaciones del operador (ver apartado 1.6) establece que la secuencia normal de arranque es 4, 3, 2, y 1 excepto si el arranque se hace durante el pushback, en cuyo caso la secuencia recomendada es 1, 2, 3 y 4.

Esto significa que cuando el avión está por sus propios medios, el primer motor arrancado (el número 4) ya proporciona presión hidráulica normal a los frenos. Si por cualquier causa se interrumpe el arranque del motor 4, el avión no tiene ningún motor funcionando y no se va a mover por sus medios en cualquier caso. Incluso aunque la ACP se haya desconectado automáticamente, el freno de aparcamiento continuará aplicado hasta que llegue asistencia de tierra.

Sin embargo, si los motores se arrancan durante el remolcado, el primer motor que se arranca es el número 1, y hay giro disponible en las patas de tren de aterrizaje principal de fuselaje a través de la ADP 1 (bomba movida por aire) para asistir al tractor de remolcado en las maniobras de giro. El avión se basa en esos momentos en la ACP para tener presión de frenos hasta el final del proceso, cuando se arranca el motor 4. En este caso, si el arranque de ese motor se aborta, el avión aún es capaz de rodar por sus otros medios con los otros tres motores que están arrancados, que es lo que sucedió el día del incidente.

Podría parecer que arrancando el motor 4 también en primer lugar en el caso de "pushback", se eliminaría el problema de carretear con el motor 4 parado y la ACP inadvertidamente desconectada, puesto que, como se dijo, si el arranque del 4 se aborta, no hay otro motor disponible para que el avión ruede por sus propios medios.

Sin embargo, en este caso, la ADP 1 debería estar funcionando sólo mediante potencia neumática proporcionada por la APU para proporcionar capacidad de giro al tren de fuselaje, y esto podría imponer cargas adicionales en el sistema neumático hasta el final del proceso, cuando se arrancara el motor 1.

No está claro en este punto si el cambio en la secuencia de arranque incrementaría la seguridad sin añadir otras fuentes de problemas a la operación del avión.

Como se indicó en el apartado 1.6, el "Generic Operations Manual" preparado por el fabricante no recomienda ninguna secuencia de arranque en cualquier situación (se esté o no en un remolcado). Por lo tanto, se considera conveniente recomendar que los especialistas del fabricante y del operador estudien conjuntamente el asunto y, tras realizar un estudio de

riesgo de las diferentes opciones, lleguen a una conclusión sobre si es necesario establecer una secuencia dada para arranque de motores durante el remolcado.

3.- CONCLUSIONES

3.1.- Evidencias.

La tripulación de vuelo estaba adecuadamente calificada para el vuelo y tenía licencias válidas.

Los ensayos e inspecciones llevados a cabo en el avión después del incidente no mostraron la existencia de ninguna disfunción o avería en los sistemas hidráulico o de frenos.

La cabina de vuelo estaba ocupada por el piloto al mando, el copiloto, el operador técnico de vuelo, un copiloto de refresco y un pasajero durante las maniobras de remolcado y rodaje.

La tripulación solicitó al ATC, y fue autorizada, a regresar al “finger” rodando.

El interruptor del sistema alternativo hidráulico número 1, y el interruptor del sistema hidráulico de emergencia número 2 no fueron movidos para conectar esos sistemas en el periodo de tiempo en el que el avión comenzó su carreteo hasta que chocó con la pasarela.

Un testigo en tierra declaró que vio el motor 4 girando, como en el inicio de la secuencia de arranque de ese motor.

Hubo varios pasajeros en la cabina de pasaje que se quejaron y dijeron que no querían volar durante la maniobra de remolcado, y que estaban en pie cuando el avión inició el rodaje de vuelta a la pasarela.

3.2.- Causas.

Se considera que la causa más probable de este incidente fue el hecho de que la bomba hidráulica auxiliar movida por corriente eléctrica (ACP) no volvió a ser conectada manualmente después de que se desconectara de modo automático como resultado del inicio del proceso de arranque del motor número 4 y después de que dicho proceso no se completara.

Factores que contribuyeron al incidente:

- El comportamiento de algunos pasajeros, que estaban quejándose, negándose a volar, y de pie en la cabina de pasajeros, y que hicieron que la sobrecarga entrara al menos dos veces en la cabina de vuelo.
- El no llevar a cabo la lista de comprobación de “después del arranque de motores” detallada en el Manual de Operaciones del operador.

- El no conectar los sistemas hidráulicos alternativo o de emergencia cuando se detectó la falta de presión de frenado.

4.- RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

REC 03/03. Se recomienda a Iberia que el entrenamiento proporcionado a las tripulaciones de vuelo de B-747 dedique más tiempo a la revisión de procedimientos anormales y de emergencia relacionados con el sistema de frenos, y que específicamente remarque el hecho de que, si se aborta el proceso de arranque del motor 4, la bomba auxiliar eléctrica (ACP) debe ser conectada manualmente de nuevo por el operador técnico de vuelo.

REC 04/03. Se recomienda a Iberia que sus procedimientos de mantenimiento en rampa sean revisados para asegurar que existe un medio de comprobar la adecuada realización de reparaciones o mantenimiento en indicadores de instrumentos de motor.

REC 05/03. Se recomienda a la Dirección General de “Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea” (AENA) que establezca claramente los límites entre las áreas de maniobra y de plataforma en el Aeropuerto de Madrid-Baraja, y que se asigne a un departamento determinado la responsabilidad de supervisar los movimientos seguros de aeronaves, vehículos y personas en la plataforma.

REC 06/03. Se recomienda a la Dirección General de “Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea” (AENA) que se introduzcan en el AIP requisitos y procedimientos para asegurar que se requiere el uso de guía en tierra (en forma de señaleros humanos o de sistemas de guía de atraque visuales) antes y durante la maniobra de rodaje de un avión hacia una pasarela en el Aeropuerto de Madrid-Barajas.

REC 12/03. Se recomienda que Iberia, conjuntamente con el fabricante del avión, “The Boeing Company”, revise los peligros asociados a las posibles secuencias de arranque del B-747 para determinar el proceso más conveniente en cada circunstancia. El Manual de Operaciones de Iberia debería ser modificado si resulta necesario para incluir esa determinación.

5.- APÉNDICES

Apéndice A. Fotografías.

Apéndice B. Plano de la posición final del avión.

APÉNDICE A

FOTOGRAFÍAS









APÉNDICE B

PLANO DE LA POSICIÓN FINAL DEL AVIÓN

