

RESUMEN DE DATOS

LOCALIZACIÓN

Fecha y hora	Miércoles, 25 de septiembre de 2002; 11:30 h local
Lugar	Aeropuerto de Málaga

AERONAVE

Matrícula	EC-EMH
Tipo y modelo	CESSNA 402-B
Explotador	Victor Echo

Motores

Tipo y modelo	TELEDYNE CONTINENTAL TSIO-520-ESB
Número	2

TRIPULACIÓN

	Piloto al mando	Copiloto
Edad	26 años	36 años
Licencia	Piloto comercial de avión	Piloto comercial de avión
Total horas de vuelo	818 h	1.100 h
Horas de vuelo en el tipo	250 h	200 h

LESIONES

	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación			2
Pasajeros			
Otras personas			

DAÑOS

Aeronave	Importantes
Otros daños	Ninguno

DATOS DEL VUELO

Tipo de operación	Transporte aéreo comercial – No regular – Carga
Fase del vuelo	Aterrizaje

INFORME

Fecha de aprobación	20 de diciembre de 2006
---------------------	--------------------------------

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Descripción del suceso

La aeronave, procedente del Aeropuerto de Melilla, se disponía a aterrizar en el Aeropuerto de Málaga. Instantes después de producirse el contacto con la pista, el piloto observó que se apagaba la luz verde indicadora de tren abajo y bloqueado, correspondiente a la pata derecha del tren de aterrizaje principal, por lo que decidió abortar la maniobra, metiendo motor y ascendiendo.

Comunicó la incidencia a la torre de control, indicando, además, que procedía a la zona de Torremolinos para efectuar pruebas de tren. Realizaron varios ciclos, observando que no se encendía la luz verde de la pata derecha, por lo que optaron por bajar el tren por el procedimiento de emergencia, que no produjo mejores efectos, puesto que la luz de la pata derecha continuaba sin encenderse.

A causa de ello, decidieron hacer una pasada sobre la pista, con objeto de que el controlador pudiese ver la posición del tren de aterrizaje. Éste informó a la tripulación que el tren de aterrizaje se encontraba aparentemente desplegado.

Asimismo, el controlador avisó al servicio de extinción de incendios del aeropuerto, informando de los problemas que sufría la aeronave, ante lo cual decidieron posicionar dos vehículos en la puerta del parque, preparados para actuar.

Así pues, la tripulación decidió aterrizar. Nada más contactar con la pista, la pata derecha comenzó a plegarse, lo que propició que la hélice del motor derecho impactase contra el pavimento, y que la aeronave comenzara a desviarse hacia su derecha, ante lo que la tripulación decidió cortar motores.

Poco después se produjo el colapso de la pata izquierda. La aeronave continuó su desplazamiento apoyándose sobre el fuselaje, y se salió de la pista por el lado derecho, quedando detenida dentro de la franja, a unos 30 m del borde de pista.

Ambos ocupantes de la aeronave resultaron ilesos y pudieron abandonarla por sus propios medios.

Inmediatamente después llegaron los dos vehículos del servicio de extinción de incendios, que procedieron a cubrir con espuma la zona adyacente al fuselaje y la situada bajo los planos.

La aeronave sufrió daños en las dos patas del tren de aterrizaje principal, ambas hélices, fuselaje y flap derecho.

1.2. Descripción del tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje de esta aeronave es de tipo triciclo retráctil, accionado por un motor eléctrico que produce desplazamientos en un sistema de varillas, mediante el cual se consigue la extensión o retracción del tren.

En la figura 1 puede observarse una pata principal y su mecanismo asociado de extensión y retracción, así como el dispositivo de bloqueo. Partiendo de la posición extendida, la retracción se haría de la siguiente forma: al conectar el motor eléctrico se produciría el desplazamiento longitudinal del «push pull tube» (coloreado de verde en la figura) hacia la pata (trabajando a compresión), lo que provocaría que el «bellcrank» (coloreado en azul) pivotase alrededor de las orejetas que lo unen al «trunnion». A su vez, la parte inferior del «bellcrank» también giraría, arrastrando al «adjusting screw» (coloreado en rojo), que tiraría del brazo lateral (coloreado en naranja), produciendo su plegado, y, al estar unido a la pata, tiraría también de ella hacia adentro, produciendo su giro alrededor del punto 4, es decir, plegando la pata. El movimiento de extensión es precisamente el contrario que el descrito para la retracción, trabajando en este caso el «push pull tube» a tracción.

El bloqueo de la pata en la posición de tren extendido se consigue mediante la acción del brazo lateral, que tiene restringido su movimiento de forma que solamente puede girar dentro del sector indicado en la figura 2. El bloqueo se genera haciendo que el

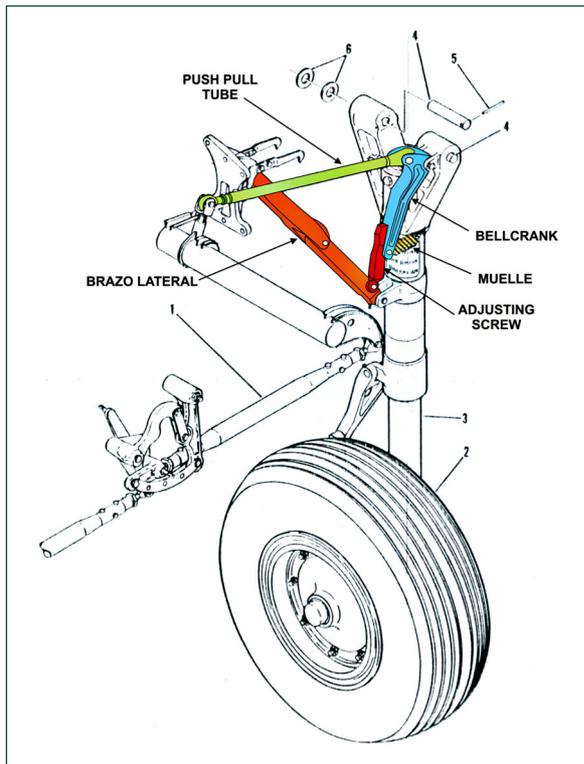


Figura 1. Esquema de la pata principal

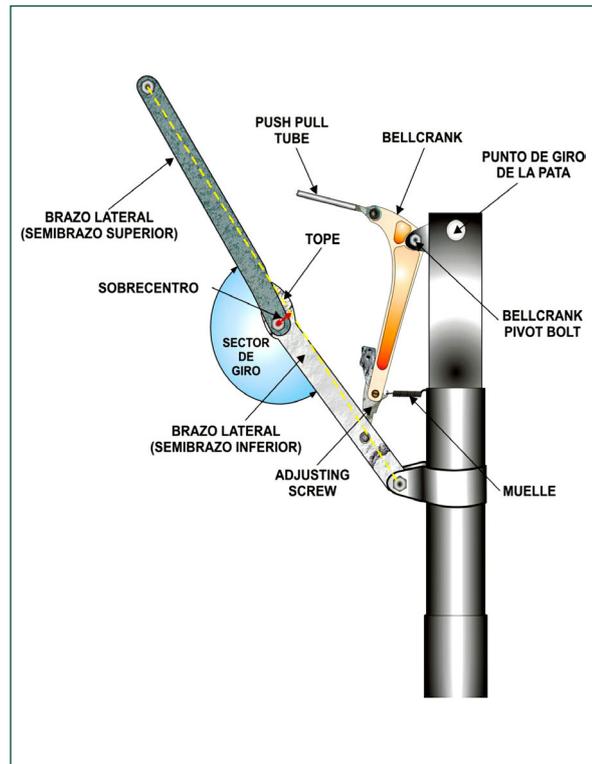


Figura 2. Esquema de detalle

punto de articulación central, que une los dos semibrazos que forman el brazo lateral, sobrepase ligeramente la línea imaginaria que une sus extremos, lo que se conoce como «sobrecentro», existiendo un tope físico que impide que gire más allá de ese punto. Por otra parte, hay un muelle que une el «adjusting screw» con la pata, que tiene como función generar una fuerza hacia abajo, que contribuye a mantener la articulación central del brazo lateral en su posición de «sobrecentro».

El ajuste del sistema se realiza mediante el «adjusting screw», que realmente está formado por dos elementos, estando el inferior roscado en el superior, lo que permite aumentar o disminuir la longitud del conjunto.

1.3. Inspección de los restos e investigaciones

1.3.1. Inspección de los restos

Se procedió a retirar la aeronave del lugar en el que había quedado mediante su izado con una grúa para, a continuación, depositarla sobre una góndola, sobre la que se transportó hasta un hangar, donde se dejó apoyada sobre gatos.

Se realizó una inspección visual en la que se observaron los siguientes daños en el tren:

— Pata derecha:

- El «bellcrank» se encontraba suelto en su unión a la pata debido a la rotura del tornillo de unión («bellcrank pivot bolt»), además de presentar una rotura en la parte del mismo que se une al sobrecentro.
- Se había roto una de las dos orejetas del «trunnion», que sujetan el «bellcrank».
- El «push-pull tube» presentaba la rotura del extremo que se une al «bellcrank».

— Pata izquierda:

- El «adjusting screw» se encontró roto.

Por otra parte, se procedió a levantar la tapa del registro que se encuentra sobre el plato actuador del tren de aterrizaje, lo que permitió observar que éste se encontraba en una posición intermedia entre las correspondientes a tren abajo y tren arriba.

1.3.2. Análisis del tornillo «bellcrank pivot bolt»

El tornillo que une el «bellcrank» al «trunnion», denominado «bellcrank pivot bolt», P/N: NAS 464P4-26, se partió en dos trozos: la cabeza y parte del cuello quedaron sueltos, en tanto que el resto del tornillo y la tuerca quedaron aprisionados, a causa de la defor-

mación, dentro del taladro del «bellcrank». Estos elementos fueron enviados a un laboratorio con objeto de determinar las causas de la rotura del tornillo y su grado de adecuación a las especificaciones de diseño.

El análisis fractográfico realizado en la superficie de fractura del tornillo reveló, a nivel macrofractográfico, una rotura estática asociada fundamentalmente a cargas de cortadura, lo que fue confirmado a nivel microfractográfico al detectarse la presencia de cúpulas representativas de fracturas asociadas a cargas de cortadura.

La composición química se correspondía con la requerida en la especificación de diseño del tornillo, NAS464, y la especificación técnica asociada, NAS498.

La especificación NAS464 establece que el nivel de resistencia debe estar comprendido entre 160 KSI y 180 KSI (1 KSI = 1000 lb/inch²). Se determinó la resistencia del tornillo mediante medidas de dureza Vickers y Rockwell-C que arrojaron un valor medio de resistencia de 195 KSI, por encima del límite superior que marca la norma. Este exceso se considera normal teniendo en cuenta que la deformación plástica que sufrió el tornillo durante el proceso de rotura aumentó su acritud y, consecuentemente, su nivel de resistencia, que sería entonces mayor que la que tendría el tornillo antes de romperse.

Así mismo, como parte del tornillo quedó aprisionado en el interior del taladro del «bellcrank», se pudo determinar la dirección de las fuerzas que produjeron su cizalladura, y que básicamente se correspondían con la aplicación de una fuerza de compresión sobre el «adjusting screw» en su punto de unión con el brazo lateral.

2. ANÁLISIS

De la declaración de la tripulación se deduce que durante el primer aterrizaje, que resultó frustrado, se produjo alguna rotura en la pata derecha del tren de aterrizaje principal que ocasionó su desbloqueo y el consiguiente apagado de la luz verde correspondiente a esa pata.

El hecho de que las roturas que presentaban los elementos de la pata derecha fueran todas debidas a sobrecargas estáticas da pie a pensar que la causa del fallo podría encontrarse en la configuración geométrica del mecanismo de extensión-retracción y bloqueo del tren.

En el funcionamiento normal de la pata, los elementos que se encontraron rotos no están prácticamente sometidos a esfuerzos cuando la pata está correctamente desplegada y bloqueada, ya que en esa situación las cargas que recibe la pata durante el aterrizaje son soportadas por la propia pata y por el brazo lateral. Esta última pieza no sufrió daños apreciables en el incidente, llegándose a plegar normalmente, lo que indu-

ce a pensar que la geometría del tren en ese momento no era la adecuada como para permitir que eso ocurriera.

Si no se alcanza el sobrecentro del brazo lateral, una carga sobre la pata actuando en el aterrizaje en sentido extremo-raíz del ala produciría el plegado de la pata y explicaría las roturas producidas en el conjunto «adjusting screw – bellcrank» y la rotura por cizalladura, a la altura de una de las orejetas del «trunnion», del tornillo «bellcrank pivot bolt», al tratar de absorber esos elementos una carga destinada para ser soportada por el brazo lateral y para la que no están diseñados. Así pues, todo parece indicar que éste fue el mecanismo que produjo la rotura y el posterior colapso de la pata derecha.

Tuvo que ocurrir, por tanto que existiese un desajuste en el mecanismo de extensión-retracción y bloqueo de la pata, que en principio pudo tener dos orígenes: un incorrecto ajuste del mecanismo, o bien un desajuste paulatino del mismo, producido por el aumento de las holguras en el sistema de varillas.

A la vista de las circunstancias que concurren en este caso, la hipótesis más probable es que el ajuste del mecanismo se hiciera ligeramente fuera del sobrecentro, lo que le permitió funcionar satisfactoriamente durante cierto tiempo, aunque fuera a costa de que apareciesen cargas sobre el «bellcrank» que debieron producir deformaciones que contribuyeron al aumento del desajuste del sistema, que de esta manera iba siendo progresivamente más inestable, hasta que se produjo su fallo.

Por otra parte, en lo que respecta a la pata izquierda, y de acuerdo con la declaración de la tripulación, se sabe que, después de varios intentos fallidos de despliegue del tren por el procedimiento normal, intentaron extenderlo por el procedimiento de emergencia. En la inspección realizada a la aeronave después del incidente se observó que el actuador del tren no había llegado hasta la posición abajo y bloqueado, de lo que se deduce que la tripulación no llegó a completar las vueltas necesarias en la palanca para producir la total extensión del tren, de forma que éste quedó a medio recorrido. Debido a ello, la pata izquierda no se encontraba bloqueada, y durante el último aterrizaje se produjo su colapso por este motivo.

3. CONCLUSIÓN

Se considera que este incidente fue causado por un incorrecto ajuste del mecanismo de extensión-retracción y bloqueo de la pata derecha del tren principal.

El fallo de la pata derecha del tren de aterrizaje principal se produjo durante la primera toma. El colapso de la pata izquierda durante el segundo aterrizaje se debió a que no se encontraba totalmente extendida por no haber completado la tripulación el procedimiento de extensión manual de emergencia.