

CIAIAC

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

Informe técnico A-046/2018

Accidente ocurrido el día 30 de noviembre de 2018 a la aeronave Cessna 310-R, con matrícula EC-EQK, en el aeropuerto de Cuatro Vientos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

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

NIPO: 796-20-092-6

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

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

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

C/ Fruela, 6
28011 Madrid (España)

Advertencia

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

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

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

Índice

Advertencia	2
Abreviaturas	4
Sinopsis	5
1. INFORMACIÓN FACTUAL.....	7
1.1. Antecedentes del vuelo.....	7
1.2. Lesiones personales.....	7
1.3. Daños a la aeronave	7
1.4. Otros daños	8
1.5. Información sobre el personal.....	8
1.6. Información sobre la aeronave	9
1.7. Información meteorológica.....	15
1.8. Ayudas para la navegación	15
1.9. Comunicaciones.....	16
1.10. Información de aeródromo.....	16
1.11. Registradores de vuelo	16
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	16
1.13. Información médica y patológica	17
1.14. Incendio	17
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	17
1.16. Ensayos e investigaciones.....	17
1.17. Información sobre organización y gestión.....	22
1.18. Información adicional.....	22
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	23
2. ANÁLISIS	24
3. CONCLUSIONES	26
3.1. Constataciones.....	26
3.2. Causas/factores contribuyentes	26
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	27

Abreviaturas

° ' "	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
AD	Directiva de aeronavegabilidad
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
CPL	Licencia de piloto comercial
CRI	Instructor de habilitación de clase
ELT	Transmisor de localización de emergencia
ETSIAE	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal(es)
IR	Habilitación instrumental
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LECU	Aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos
LEVS	Madrid/Cuatro Vientos (militar)
m	metro(s)
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
NE	Nordeste
NW	Noroeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
P/N	Número de pieza
PPL	Licencia de piloto privado
S/N	Número de serie
SEP	Habilitación de clase avión monomotor de pistón
TAF	Pronóstico de aeródromo
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
UTC	Tiempo Universal Coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual
W	Oeste

Sinopsis

Propietario:	Servicios Politécnicos Aéreos
Operador:	Servicios Politécnicos Aéreos
Aeronave:	Cessna 310-R
Personas a bordo:	2 tripulantes, ilesos
Tipo de vuelo:	Aviación General – Privado
Fase de vuelo:	Aterrizaje – carrera de aterrizaje
Tipo de operación:	VFR
Fecha y hora del incidente:	30 de noviembre 2018, 16:55 h ¹
Lugar del incidente:	En el aeropuerto de Cuatro Vientos
Fecha de aprobación:	27 de noviembre de 2019

Resumen del suceso

El viernes 30 de noviembre de 2018, la aeronave despegó del aeropuerto de Cuatro Vientos para realizar un vuelo local de entrenamiento, que incluía tomas y despegues, para familiarizar a uno de los pilotos en el manejo de esta aeronave.

Tras haber volado unos 35 minutos, realizaron una toma y despegue. Al alcanzar 700 pies de altura, intentaron subir el tren de aterrizaje y unos 25 segundos después, según declaró el piloto, sonó un fuerte golpe mecánico y notaron un olor a quemado. La aeronave dispone de un espejo gracias al cual observaron que la pata delantera del tren de aterrizaje no estaba totalmente extendida.

Advirtieron que no podían mover el tren de aterrizaje ni eléctricamente (procedimiento estándar) ni manualmente (procedimiento de emergencia).

Tras declarar la emergencia, el piloto aterrizó en el aeropuerto de Cuatro Vientos haciendo uso solamente del tren de aterrizaje principal. En la siguiente fotografía puede observarse la posición del tren de aterrizaje de la aeronave instantes antes de aterrizar.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora local. La hora UTC se halla restando 1 unidad a la hora local.



Ilustración 1: Detalle del tren de aterrizaje de la aeronave instantes antes de aterrizar en el aeropuerto de Cuatro Vientos

Y en la siguiente imagen cómo tomó de emergencia la aeronave.



Ilustración 2: Aterrizaje de la aeronave en el aeropuerto de Cuatro Vientos

Los pilotos resultaron ilesos.

La aeronave sufrió daños importantes.

La investigación ha determinado que este accidente fue causado por la rotura de uno de los componentes del mecanismo de extensión del tren de aterrizaje que impidió extender totalmente el mismo.

La rotura de este tubo se produjo por una sobrecarga instantánea aplicada en su eje longitudinal originada probablemente por un desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción al intentar retraer el tren de aterrizaje.

Este supuesto desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción también explicaría el fallo del motor eléctrico del tren de aterrizaje durante el proceso de retracción al excederse su tiempo de funcionamiento.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El viernes 30 de noviembre de 2018, la aeronave despegó del aeropuerto de Cuatro Vientos para realizar un vuelo local de entrenamiento, que incluía tomas y despegues, para familiarizar a uno de los pilotos en el manejo de esta aeronave.

Llevaban volando unos 35 minutos cuando realizaron una toma y despegue. Al alcanzar unos 700 pies de altura, intentaron subir el tren de aterrizaje y unos 25 segundos después, según declaró el piloto, sonó un fuerte golpe mecánico y notaron olor a quemado. La aeronave dispone de un espejo gracias al cual observaron que la pata delantera del tren de aterrizaje no estaba totalmente extendida.

Advirtieron que no podían mover el tren de aterrizaje ni eléctricamente (procedimiento estándar) ni manualmente (procedimiento de emergencia).

Tras declarar la emergencia, el piloto aterrizó en el aeropuerto de Cuatro Vientos haciendo uso solamente del tren de aterrizaje principal.

Los pilotos resultaron ilesos.

La aeronave sufrió daños importantes.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No aplicable
Ilesos	2		2	No aplicable
TOTAL	2		2	

1.3. Daños a la aeronave

Como consecuencia de la toma sin bloquear la pata delantera del tren de aterrizaje, se produjeron daños en las hélices y en la parte inferior del fuselaje.

En la siguiente fotografía se muestran los daños del fuselaje y de una de las hélices.



Ilustración 3: Detalle de los daños en la parte inferior del fuselaje y en una de las hélices

1.4. Otros daños

No se produjeron daños de ningún otro tipo.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, con nacionalidad española y 43 años de edad, contaba con las siguientes licencias expedidas por AESA:

- licencia de piloto comercial de avión CPL(A), expedida por primera vez el 23 de agosto del 2001 y
- licencia de piloto privado de avión PPL(A), expedida por primera vez el 1 de abril de 1996.

Y de las habilitaciones:

- MEP(*land*) con validez hasta el 30 de noviembre del 2018²,
- SEP (*land*) con validez hasta el 31 de mayo del 2019,
- A320 e IR(A) con validez hasta el 31 de enero del 2018³.

Además de habilitación de instructor de clase (CRI) para MEP(*land*), con validez hasta el 31 de agosto del 2020.

El piloto disponía, entre otros, de certificado médico de Clase 1 válido hasta el 8 de agosto de 2019.

El piloto trabajaba para un operador de transporte aéreo comercial y, de forma puntual, para el operador de la aeronave, Servicios Politécnicos Aéreos S.A. Su experiencia, en la aeronave accidentada, era 62:27 horas. El último vuelo, antes del accidente, lo efectuó el día 30 de septiembre del 2018.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave Cessna 310-R, con matrícula EC-EQK y número de serie 310R-1610, fue fabricada en el año 1979 y matriculada en el registro de matrículas de AESA el 10 de mayo de 2004 a nombre del actual propietario.

Dispone de certificado de aeronavegabilidad, expedido por la Dirección General de Aviación Civil española el 4 de junio de 2005 y certificado de revisión de la aeronavegabilidad con validez hasta el 12 de agosto de 2019.

El último vuelo, antes del accidente, efectuado con esta aeronave fue el 5 de octubre del 2018.

La última actividad de mantenimiento se realizó el día 11 de octubre de 2018 y consistió en:

- Revisiones de 50 y 100 horas (operaciones de inspección 1 y 2).
- Operaciones de inspección 14 y 41.
- Inspección de la ELT y de las bombas de succión de ambos motores.
- Se cumplimentaron las directivas de aeronavegabilidad AD 2000-01-16b y AD 2016-17-08.
- Se sustituyó la calefacción de cabina.

² A pesar de que en la licencia aportada por el piloto figuraba como fecha de validez de la habilitación MEP hasta el 30 de noviembre de 2018, esta habilitación se habría renovado el día anterior según los registros de AESA y era válida hasta el 30 de noviembre de 2019.

³ Del mismo modo, a pesar de que en la licencia figuraba como fecha de validez de la habilitación hasta el 31 de enero de 2018, según constaba en los registros de AESA se renovó la habilitación el 31 de enero del 2018.

La aeronave había acumulado un total de 6229:57 h y el motor 3798:08 h el día del accidente.

En la siguiente imagen se muestra una fotografía de la cabina de vuelo de la aeronave.



Ilustración 4: Fotografía de la cabina de vuelo

Detalle de la palanca de actuación manual del tren de aterrizaje.

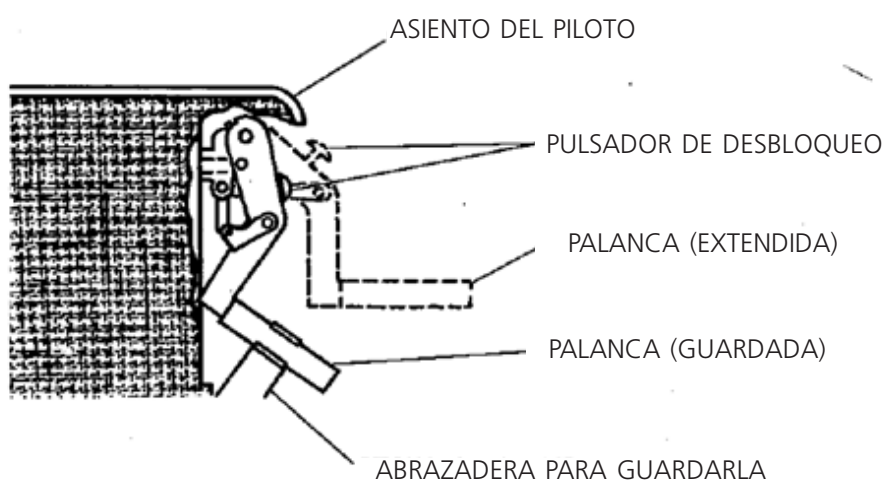


Ilustración 5: Manivela para la actuación manual del tren de aterrizaje

1.6.1. Descripción del tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje es triciclo y retráctil. Consta de un tren principal ubicado en cada plano y una pata delantera ubicada en el fuselaje. Las patas del tren de aterrizaje están conectadas mecánicamente a un único actuador ubicado detrás del asiento del piloto.

Normalmente, este actuador se mueve con un motor eléctrico, conectado al mismo. El motor eléctrico se controla con el interruptor del tren de aterrizaje situado en el panel de instrumentos del piloto. Durante la operación en tierra, la retracción accidental del tren de aterrizaje, independientemente de la posición del interruptor, se evita mediante un interruptor de seguridad ubicado en el amortiguador del tren principal izquierdo. Cuando el peso del avión está sobre el tren de aterrizaje, el amortiguador se comprime permitiendo que el interruptor de seguridad se abra, lo que evita que la energía eléctrica llegue al motor del tren de aterrizaje.

Las puertas del tren de aterrizaje están mecánicamente unidas a sus respectivos trenes, extendiéndose o retrayéndose con los mismos.

El tren de aterrizaje se opera con un interruptor con forma de rueda. Sus posiciones son: UP, OFF y DOWN. Para operar el tren de aterrizaje, se tira del interruptor y se mueve a la posición deseada. Este movimiento del interruptor provoca que el motor eléctrico se energice y extienda o retraiga, según lo seleccionado, el tren de aterrizaje. El movimiento del motor eléctrico es controlado por dos interruptores (“up limit switch” y “down limit switch”) que interrumpen el suministro de energía eléctrica al motor cuando el tren de aterrizaje ha alcanzado la posición deseada.

Además, una manivela permite extraer manualmente el tren de aterrizaje. Está situada debajo del borde delantero derecho del asiento del piloto. Normalmente, la manivela está plegada y guardada. Para usarla es necesario inclinar el asiento del piloto hacia atrás, extraerla de su alojamiento y extenderla según se muestra en la “Ilustración 5: Manivela para la actuación manual del tren de aterrizaje”. Una vez en esta posición, la manivela se gira en el sentido de las agujas del reloj cuatro vueltas hasta que las luces de tren de aterrizaje abajo se encienden. Cuando el tren de aterrizaje está abajo, la palanca se pliega y se guarda.

Se debe mantener un agarre seguro de la manivela durante la extensión manual del tren de aterrizaje. Nunca se debe permitir que la manivela gire libremente sin control. Si el mango se suelta accidentalmente, no se debe volver a agarrarlo hasta que no haya parado de moverse.

La manivela debe estar plegada en su alojamiento antes de mover eléctricamente el tren de aterrizaje; ya que cuando se coloca la manivela en la posición operativa, se desacopla el motor del tren de aterrizaje.

La manivela no permite retraer manualmente el tren de aterrizaje.

En la figura siguiente se observa un esquema del tren de aterrizaje de la aeronave accidentada.

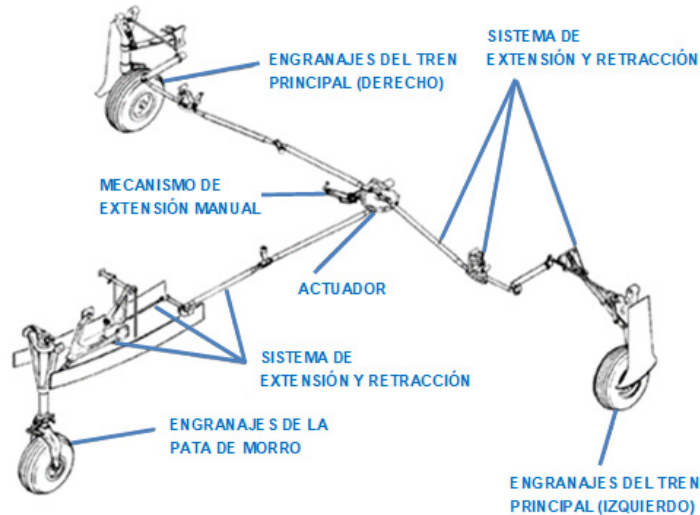


Ilustración 6: Esquema del tren de aterrizaje de la aeronave accidentada

1.6.2. Sistema de extensión y retracción de la pata de morro

El sistema de extensión y retracción de la pata de morro consiste en los siguientes elementos:

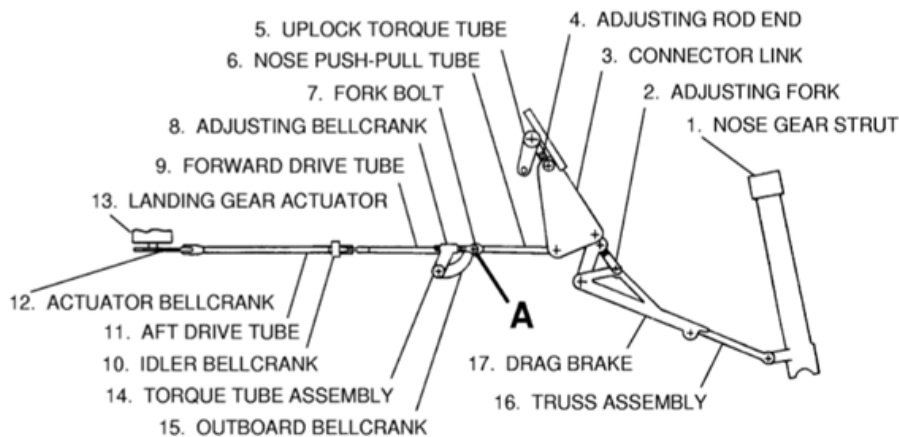


Ilustración 7: Sistema de extensión y retracción de la pata del morro

- 1.- Punjal del tren delantero (*Nose Gear Strut*)
- 2.- Horquilla de ajuste (*Adjusting Fork*)
- 3.- Conector de enlace (*Connector Link*)
- 4.- Ajuste del extremo de la barra (*Adjusting Rod End*)
- 5.- Tubo de torsión con bloqueo hacia arriba (*Uplock Torque Tube*)
- 6.- Tubo de empuje del tren delantero (*Nose Push-Pull Tube*)
- 7.- Tornillo de horquilla (*Fork Bolt*)
- 8.- Balancín de ajuste (*Adjusting Bellcrank*)

- 9.- Tubo de conducción hacia delante (*Forward Drive Tube*)
- 10.- Balancín (*Idler Bellcrank*)
- 11.- Tubo de conducción hacia atrás (*Aft Drive Tube*)
- 12.- Balancín actuador (*Actuator Bellcrank*)
- 13.- Actuador del tren de aterrizaje (*Landing Gear Actuator*)
- 14.- Conjunto de tubos de torsión (*Torque Tube Assembly*)
- 15.- Balancín fueraborda (*Outboard Bellcrank*)
- 16.- Armazón (*Truss Assembly*)
- 17.- Abrazadera de fricción (*Drag Brace*)

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

- Al conectar el motor eléctrico se produciría el desplazamiento longitudinal de los tubos de conducción (*drive tubes*) de la pata de morro, trabajando a compresión cuando se está retrayendo la pata de morro y a tracción cuando se está extendiendo. Los tubos de conducción están unidos a través del balancín (*idler bellcrank*) cuya función es ajustar y alinear los tubos para asegurar que el movimiento longitudinal es en línea recta.
- El tubo de conducción delantero (*forward drive tube*) hace girar al balancín de ajuste (*adjusting bellcrank*) y, como consecuencia, se produce el desplazamiento del tubo de empuje (*push-pull tube*).
- El desplazamiento del tubo de empuje (*push-pull tube*) consigue que la abrazadera de fricción (*drag brake*) y el conector de enlace (*connector link*) alcancen su posición de "sobrecentro" dando lugar al bloqueo de la pata cuando el tren se ha extendido. El sistema dispone de un muelle, como medida de seguridad adicional, que aplica tensión al sistema en la posición de bloqueo.
- Para mantener la pata de morro en posición retraída se utiliza un bloqueo mecánico tipo gancho. El sistema de retracción del tren de morro también opera las compuertas del tren.

1.6.3. Actuador del tren de aterrizaje

El actuador del tren de aterrizaje se compone de un motor eléctrico (*motor*), una unidad de reducción (*reduction unit*) y una cremallera (*worm and sector gear assembly*). El extremo superior del eje del actuador está unido a un balancín, que actúa sobre los tubos de conducción del tren principal de aterrizaje y el extremo inferior a otro balancín, que actúa sobre el tubo de conducción de la pata de morro. Se dispone de interruptores ("up limit switch" y "down limit switch") que limitan el movimiento del tren para un correcto funcionamiento. El motor del actuador incorpora un freno para evitar un exceso de desplazamiento del tren de aterrizaje.

El actuador funciona normalmente con el motor eléctrico; sin embargo, se puede desacoplar la unidad de reducción accionada por el motor y acoplar un sistema de extensión manual.

En la siguiente imagen se muestran las partes que componen el actuador del tren de aterrizaje.

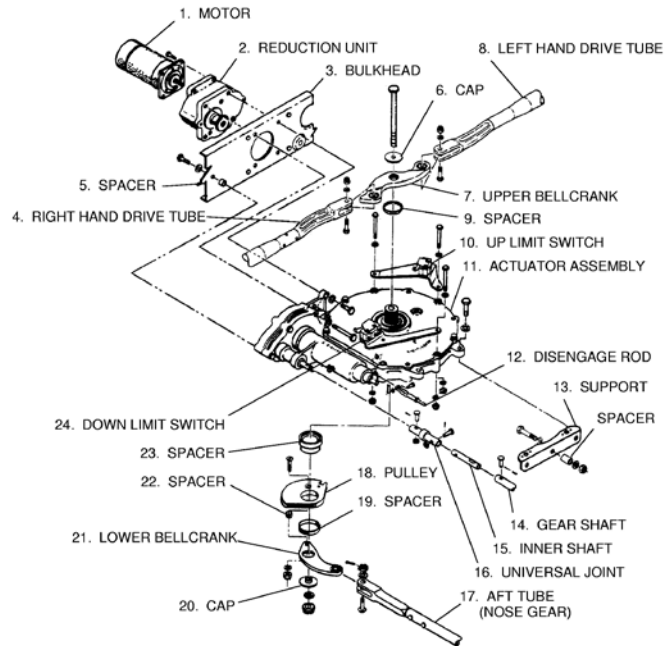


Ilustración 8: Actuador del tren de aterrizaje

1.6.4. Sistema de extensión manual

El sistema de extensión manual consta de una manivela, que está conectada al actuador del tren de aterrizaje con una cadena y unas ruedas dentadas, unos balancines, unos engranajes cónicos y unos tubos de retracción-extensión.

Según el *Manual de Mantenimiento*, el sistema de extensión manual se inspecciona cada 200 horas o 12 meses de acuerdo con la tarea 32-30-00.

En la siguiente imagen se muestran los elementos que componen el sistema de extensión manual del tren de aterrizaje.

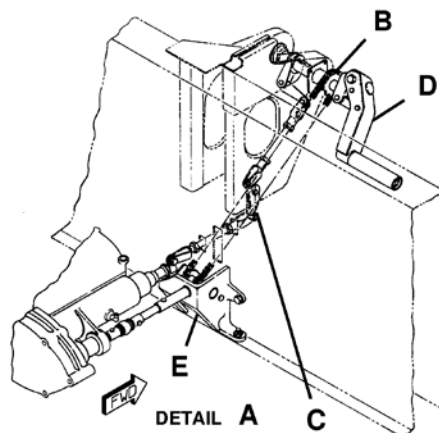


Ilustración 9: Sistema de extensión manual

1.6.5. Solución de problemas del tren de aterrizaje

El *Manual de Mantenimiento* del fabricante indica que, si una de las patas del tren de aterrizaje no se retrae o extiende completamente, las causas podrían ser:

- Los componentes del sistema de extensión y retracción de la pata de morro están fuera de servicio, o
- Los componentes del sistema de extensión y retracción de la pata de morro están desalineados.

1.7. Información meteorológica

En los registros del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos se recoge el METAR en torno a la hora del accidente:

METAR LEVS 301630Z 29005KT 250V320 9999 FEW045 10/02 Q1022=

El viento tenía 5 nudos de intensidad y su dirección era de 290°, variable entre 250° y 320°. La visibilidad era de 10 km. Las nubes eran escasas a 4500 pies. La temperatura era de 10°C y el punto de rocío 2°C. La QNH era de 1022 Hpa.

Y el TAF previsto era:

TAF LEVS 301400Z 3015/3024 VRB03KT 9999 FEW035 PROB30 TEMPO 3015/3017 34008KT=

El pronóstico del TAF era válido desde las 15:00 UTC hasta las 24:00 UTC:

- viento de dirección variable con una intensidad de 3 nudos.
- visibilidad de 10 km o más.
- nubes escasas a 3500 pies.
- con probabilidad moderada (30%), temporalmente entre las 15:00 y las 17:00 UTC, viento de dirección 340° y 8 nudos de intensidad.

Considerando lo anterior y los datos y las imágenes de teledetección, se concluye que no había ningún fenómeno meteorológico que pudiera contribuir al accidente.

1.8. Ayudas para la navegación

No utilizó ninguna ayuda para la navegación.

1.9. Comunicaciones

Las comunicaciones entre la tripulación y los controladores aéreos de la torre de control del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos se centraron en gestionar una toma segura al no poder bloquear la pata delantera del tren de aterrizaje.

1.10. Información de aeródromo

La aeronave había despegado del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos (con código OACI LECU) para realizar un vuelo local.

El aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos se encuentra a 8,5 Km al Suroeste de la ciudad de Madrid. Su elevación son 692 metros. Dispone de una pista asfaltada 09/27, de dimensiones: 1500 m de largo y 30 m de ancho, y otra paralela de terreno natural, cerrada al tráfico civil, de dimensiones: 1127 m de largo y 45 m de ancho.

Las comunicaciones tierra-aire se realizan en la frecuencia de torre 118.50 MHz. También tiene una frecuencia de rodadura 121.80 MHz.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no dispone de un registrador de vuelo ya que no es preceptivo para este tipo de aeronaves.

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

Durante la carrera de aterrizaje, al no estar bloqueada la pata delantera del tren de aterrizaje, se produjeron daños en las hélices y en la parte inferior del fuselaje.

En la siguiente fotografía se observa la posición final de la aeronave tras quedar detenida.



Ilustración 10: Posición final de la aeronave tras quedar detenida

1.13. Información médica y patológica

No hubo ningún vestigio de que factores fisiológicos o incapacidades afectaran a la actuación del piloto.

1.14. Incendio

No se produjo incendio en la aeronave o en el entorno.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaración del piloto

Estaba realizando un vuelo de entrenamiento, incluyendo tomas y despegues, para familiarizar al otro piloto en el manejo de esta aeronave.

Llevaban volando unos 35 minutos cuando realizaron una primera toma y despegue. A 700 pies de altura, intentaron subir el tren de aterrizaje. Sonó un fuerte golpe mecánico y sintieron un olor a quemado. Desde que intentó recoger el tren de aterrizaje hasta que sonó el golpe transcurrieron unos 25 segundos, es decir, un tiempo mayor que el que tarda el tren de aterrizaje en recogerse. Piensa que algo debió bloquear el movimiento del tren de aterrizaje, impidiendo que se recogiese correctamente, hasta partir uno de los tubos de la pata delantera del tren.

La aeronave dispone de un espejo gracias al cual observaron que la rueda de la pata delantera del tren de aterrizaje estaba suelta, sin bloquear. El tren de aterrizaje no se movía.

Se dirigieron al punto W para realizar el procedimiento de extensión del tren de aterrizaje en situación de emergencia. Manualmente no lo consiguieron. Evaluaron la posibilidad de aterrizar en la pista de hierba del aeropuerto de Cuatro Vientos, pero como había llovido recientemente, la descartaron. También evaluaron aterrizar en el aeródromo de Casarrubios, para no afectar a los tráficos de Cuatro Vientos. Sin embargo, consideraron que era más seguro aterrizar en la pista de asfalto del aeropuerto de Cuatro Vientos.

Se comunicaron con la torre de control del aeropuerto de Cuatro Vientos y solicitaron aterrizar en último lugar, ya que tenían combustible suficiente para esperar a que todos los otros tráficos hubiesen aterrizado.

Aunque siguió en todo momento el procedimiento de emergencia, reconoce que la maniobra de aterrizaje no fue del todo perfecta.

Añadió que no se suele comprobar que la extensión de emergencia del tren de aterrizaje funcione correctamente. Considera que sería una buena práctica comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

1.16.2. Inspección de la pata delantera del tren de aterrizaje

Tras el accidente, se procedió al desmontaje de la pata delantera del tren de aterrizaje. Se observó que uno de los tubos que articula el movimiento de la pata delantera estaba roto. En la siguiente imagen se ha señalado con una flecha de color rojo el tubo que se encontró roto al desmontar la pata delantera del tren de aterrizaje.

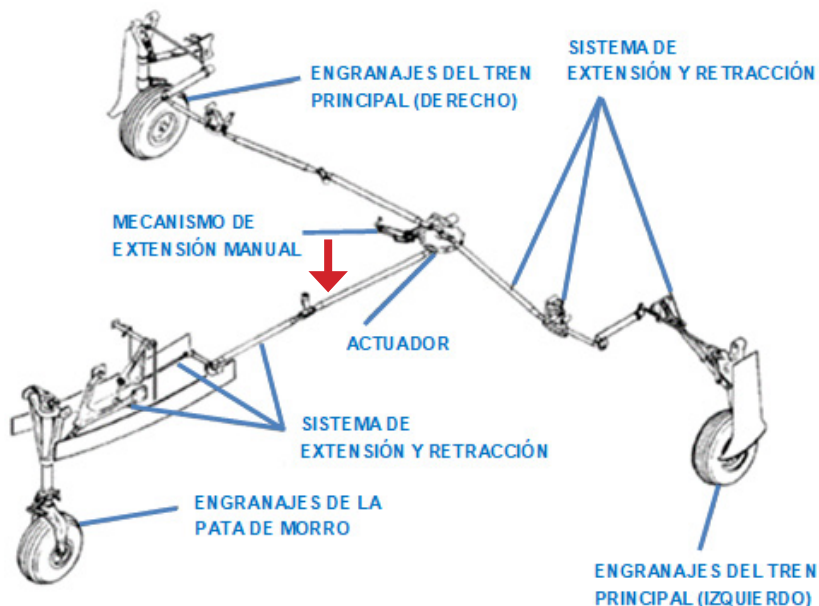
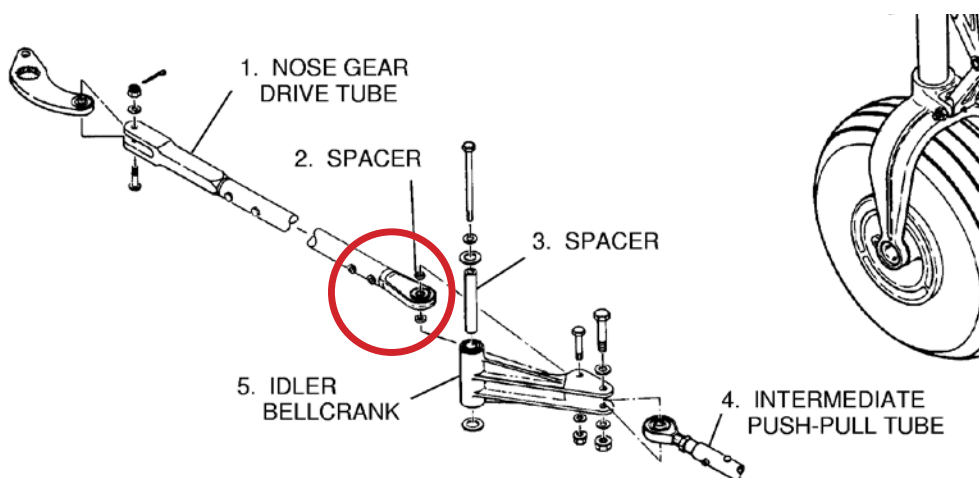


Ilustración 11: Identificación del tubo roto

Detalle del tubo que se encontró roto.



DETAIL B

Y en las siguientes fotografías se muestra un detalle de la rotura encontrada en este tubo.



Ilustración 12: Detalle de la rotura del tubo de conducción de la pata delantera del tren de aterrizaje

Durante esta inspección, se comprobó que los interruptores de tren de aterrizaje abajo ("down limit switch") y arriba ("up limit switch") que controlan el movimiento del motor eléctrico del tren de aterrizaje funcionaban correctamente.

Sin embargo, el motor eléctrico que permite la extensión y la retracción del tren de aterrizaje no giraba en la dirección de retracción, aunque sí lo hacía en la de extensión.

En las siguientes fotografías se muestra el motor eléctrico instalado en la aeronave accidentada. Se trata de un motor fabricado por Electro-Mech en el año 1973, con P/N 9910002-3 y S/N 1917. Funciona con corriente continua, tensión eléctrica de 28 voltios e intensidad de corriente de 22 amperios y gira a 6500 revoluciones por minuto proporcionando una potencia de 0,31 caballos de vapor. El ciclo de trabajo del motor es 20 segundos funcionando seguidos de 10 minutos apagado.

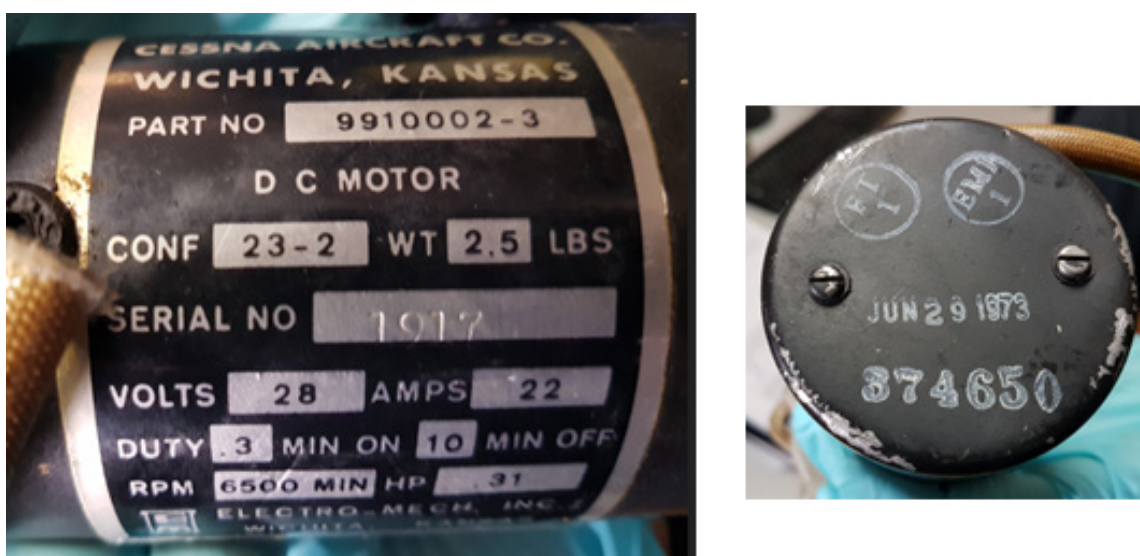


Ilustración 13: Detalles del motor eléctrico del tren de aterrizaje de la aeronave accidentada

1.16.3. Estudio de la rotura del tubo de conducción de la pata delantera del tren de aterrizaje

La rotura del tubo de conducción del sistema de extensión y retracción de la pata delantera del tren de aterrizaje se analizó en el Laboratorio de ensayo de materiales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Según concluyó este laboratorio, dicho tubo presenta la rotura completa de una orejeta situada en uno de sus extremos. En la observación visual realizada se pudo comprobar que el interior circular de la orejeta se había deformado muy notablemente, ovalándose mucho, durante el proceso de fallo de la pieza. Asimismo, se comprobó que las zonas de la orejeta próximas a las roturas de la misma habían sufrido un notable adelgazamiento por deformación plástica.

En el estudio por microscopio electrónico de barrido de las dos roturas de la orejeta se pudo comprobar que toda la superficie de fractura presentaba los mismos caracteres microfractográficos, consistentes en cúpulas de diverso desarrollo y tamaño, generalmente transcristalinas pero situadas en algunas zonas sobre caras de grano.

De todo lo indicado puede deducirse que el proceso de rotura de la orejeta que falló en servicio ha sido un proceso instantáneo de rotura por sobrecarga con carácter dúctil.

No existían vestigios de fatiga o corrosión que hubiesen podido debilitar esta pieza.

1.16.4. Estudio del motor eléctrico del tren de aterrizaje

El motor eléctrico del tren de aterrizaje fue desmontado y probado en un banco de pruebas. Se observó que giraba correctamente en la dirección de extensión; sin embargo, no lo hacía en la dirección de retracción.

1.16.5. Consulta al fabricante de la aeronave Textron Aviation sobre los fallos en servicio del motor eléctrico y del tubo

Se consultó al fabricante de la aeronave si disponía de estadísticas sobre los fallos en servicio de los tubos que articulan el tren de aterrizaje de la aeronave y del motor eléctrico.

El fabricante respondió que no registraba ni las horas de operación ni la sustitución de los componentes y sus causas de aeronaves de pistón heredadas para poder calcular las tasas de fallos en servicio. Sin embargo, utilizando como alternativa los informes de los clientes y el historial de ventas de piezas de repuesto, indicó que:

- En su base de datos de servicio, no había informes de condiciones de campo (*Field Condition Reports*) de estos componentes (o P/N) que incluyesen sucesos de fallos similares o relacionados.

- Con respecto a los motores eléctricos 9910002-3RX (motores de cambio revisados), vende aproximadamente entre 6 y 8 cada año. Algunos motores también pueden ser reparados o revisados por talleres de reparación de los que no tienen datos. En cualquier caso, no tienen constancia de ningún problema sistemático con los motores más allá del desgaste normal esperado con un motor eléctrico.

1.16.6. Mantenimiento de la pata delantera del tren de aterrizaje

El fabricante de la aeronave ha establecido en el *Manual de Mantenimiento* las siguientes tareas e intervalos para su realización para el sistema de extensión y retracción de la pata delantera del tren de aterrizaje. En la siguiente tabla se indica, además, en la columna de la derecha la fecha en la que se efectuó dicha tarea, por última vez, en la aeronave accidentada:

Tarea	Intervalo	Fecha
Verificación del sistema de extensión y retracción de la pata delantera y del tren de aterrizaje principal. Inspeccionar la condición, el funcionamiento y el cumplimiento de las especificaciones. Inspección / verificación de la extensión y retracción.	Cada 200 h o 12 meses	03/08/2018
Conexiones para la extensión y retracción de la pata delantera y del tren de aterrizaje principal. Verificar la condición de las conexiones.	Cada 200 h o 12 meses	03/08/2018
Desmontaje para verificación del sistema de retracción de la pata delantera y del tren de aterrizaje principal. Propósito: inspeccionar grietas por fatiga, desgaste excesivo en los mecanismos, bujes, cojinetes, orificios de fijación en la estructura y accesorios de fijación que podrían dificultar el correcto movimiento y causar fallos en la posición de tren o fallos estructurales.	Después de 10000 aterrizajes o 20 años, realizarlo cada 5000 aterrizajes o 10 años.	27/05/2016
Sistema de retracción de la pata delantera. Asegúrese de examinar estas áreas: mecanismos, casquillos, cojinetes, accesorios estructurales. NOTA: Inspección del Programa de Control y Prevención de Corrosión	Cada 36 meses	06/06/2017

Con respecto al motor eléctrico del tren de aterrizaje el fabricante de la aeronave no ha previsto ningún tipo de tarea de mantenimiento. El motor eléctrico llevaba anotada la fecha de 1973. Como la aeronave se fabricó en el año 1979, se supone que el motor se instaló en la aeronave en el momento de su fabricación. Se desconoce el uso que se le dio al motor desde el año 1973 hasta el año 1979.

1.17. Información sobre organización y gestión

El operador de la aeronave, Servicios Politécnicos Aéreos S.A., se dedica a los vuelos de fotografía aérea y operaciones de reconocimiento, incluidas operaciones de cartografía aérea, actividad de control de la contaminación. La aeronave tenía su base en el aeropuerto de Cuatro Vientos.

Estas actividades se consideran operaciones especializadas. Para la realización de operaciones especializadas⁴ se ha establecido un régimen de declaración responsable.

Según los registros de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, el operador había presentado una declaración en cumplimiento de lo establecido en el requisito ORO. DEC.100 del Anexo III al Reglamento (UE) 965/2012 de la Comisión.

1.18. Información adicional

En la base de datos de la CIAIAC hay varios accidentes e incidentes en los que se produjeron roturas de componentes del sistema de extensión-retracción del tren principal de aterrizaje de aeronaves Cessna que comparten el mismo diseño de tren de aterrizaje que la EC-EQK. En todos ellos no se encontraron anomalías en los materiales del mecanismo de extensión-retracción y sí se identificó como causa de los mismos el desajuste del mecanismo de extensión y retracción del tren de aterrizaje:

A-071/2002 – Cessna 402-B, 25 de septiembre de 2002. El incidente fue causado por un incorrecto ajuste del mecanismo de extensión-retracción y bloqueo de la pata derecha del tren principal.

IN-017/2006 – Cessna 421-B, 12 de junio de 2008. El incidente fue causado por el plegado de la pata izquierda del tren de aterrizaje producido por la discontinuidad del mecanismo de bloqueo de esta. Las roturas en este mecanismo se debieron a sobrecarga sobre los elementos afectados. La sobrecarga en el mecanismo aparece por una redistribución de esfuerzos en el aterrizaje debidos probablemente a variación de los ajustes por holguras que son amplificadas por la geometría del propio mecanismo de bloqueo y que hacen que la configuración geométrica del conjunto de tren difiera de la prevista en el diseño.

El 12 de junio de 2008 se emitió la Recomendación de seguridad REC11/08 a CESSNA para que mejorase la descripción del ajuste del sistema de retracción-extensión del tren principal de aterrizaje y su divulgación y aplicación práctica entre los operadores y mantenedores de estos tipos de aeronaves Cessna. El 10 de septiembre de 2015 ante

⁴ La reglamentación europea define una operación especializada como toda aquella operación, distinta del transporte aéreo comercial, en la que se utilice una aeronave para realizar operaciones especializadas, por ejemplo, en agricultura, construcción, fotografía, prospección, observación y patrullaje, publicidad aérea, etc.

la falta de respuesta de Cessna la recomendación se clasificó como “abierta, acción no aceptable”. Se envió copia al NTSB de este hecho. Posteriormente, el 16 de abril de 2018, la recomendación se clasificó como “cerrada, acción no aceptable” ya que seguía sin haber respuesta por parte de Cessna. Esta decisión fue comunicada a Cessna y al NTSB. Con lo cual, no hay constancia de que se haya mejorado la descripción del ajuste del sistema de retracción-extensión del tren principal de aterrizaje.

IN-036/2006 – Cessna 402-B, 3 de julio de 2006. El incidente fue causado por una redistribución de esfuerzos en el aterrizaje debidos probablemente a un incorrecto montaje o a una variación de los ajustes de montaje del mecanismo de extensión-retracción y bloqueo de la pata derecha por holguras que son amplificadas por la geometría del propio mecanismo de bloqueo.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No se utilizaron técnicas especiales de investigación.

2. ANÁLISIS

El viernes 30 de noviembre de 2018, la aeronave despegó del aeropuerto de Cuatro Vientos para realizar un vuelo local de entrenamiento, que incluía tomas y despegues, para familiarizar a uno de los pilotos del operador de la aeronave, Servicios Politécnicos Aéreos, en el manejo de esta.

Cuando realizaban una toma y despegue, el piloto intentó retraer eléctricamente el tren de aterrizaje. El actuador del tren de aterrizaje operó sobre los tubos de conducción de la pata de morro para su retracción; sin embargo, el funcionamiento correcto del actuador del tren de aterrizaje estaba mecánicamente obstaculizado y los tubos de conducción del tren de morro no consiguieron moverlo.

Para determinar qué causó el mal funcionamiento del tren de morro se ha hecho uso del *Manual de Mantenimiento* del fabricante. Se contemplan dos causas que podrían explicar lo que sucedió en este accidente, en el cual una de las patas del tren de aterrizaje no se retraía o extendía completamente:

- Los componentes del sistema de extensión y retracción de la pata de morro estaban fuera de servicio, o
- Los componentes del sistema de extensión y retracción de la pata de morro estaban desalineados.

Se descarta que los componentes del sistema de extensión y retracción de la pata de morro estuviesen fuera de servicio, ya que tras analizar la rotura del tubo de conducción del sistema de extensión y retracción de la pata delantera se comprobó que esta era debida a una sobrecarga instantánea sin observarse corrosión o fatiga previa.

La causa más probable es que un ligero desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción obstaculizase mecánicamente la correcta retracción del tren de aterrizaje. El intento de retraer un tren de aterrizaje con un ligero desajuste pudo crear unas sobrecargas que llegaron a romper el mencionado tubo. Una vez roto este tubo, la pata de morro no podía desplegarse ni eléctrica ni manualmente.

El motor eléctrico del tren de aterrizaje funcionaba correctamente hasta ese instante, pero el tiempo de funcionamiento del motor eléctrico se sobrepasó durante este accidente. El funcionamiento correcto del actuador del tren de aterrizaje estaba mecánicamente obstaculizado, como se ha indicado anteriormente, y el interruptor que informa que el tren está ya arriba ("up limit switch") al no activarse no desenergizó el motor eléctrico. El ciclo de trabajo del motor es 20 segundos funcionando seguidos de 10 minutos apagado; aunque, de acuerdo al *Manual de Mantenimiento* del fabricante, tan solo se necesitan entre 10 y 14 segundos para retraer el tren. Según declaró el piloto oyó un fuerte golpe mecánico unos 25 segundos después de intentar subir el tren de aterrizaje; por tanto, al superarse el tiempo de trabajo del motor este debió

estropearse y dejar de girar en la dirección de retracción. El olor a quemado, que notó el piloto, procedía seguramente del motor eléctrico.

Se desconoce la causa del desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción de la pata de morro.

En cualquier caso, una desalineación de la rueda de la pata de morro impide la correcta entrada de la misma en su alojamiento y da lugar a unas sobrecargas en el sistema de extensión y retracción.

El piloto, ante esta situación, no tuvo otra alternativa que declarar la situación de emergencia y aterrizar únicamente con el tren principal.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El piloto disponía de licencia y certificado médico válidos y en vigor.
- La aeronave tenía toda la documentación en vigor y era aeronavegable.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para este tipo de vuelo.
- El tubo de conducción del sistema de extensión y retracción de la pata delantera del tren de aterrizaje se rompió por una sobrecarga instantánea.
- El motor eléctrico del tren de aterrizaje no giraba en la dirección de retracción, aunque sí lo hacía en la dirección de extensión del tren de aterrizaje.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado que este accidente fue causado por la rotura de uno de los componentes del mecanismo de extensión del tren de aterrizaje que impidió extender totalmente el mismo.

La rotura de este tubo se produjo por una sobrecarga instantánea aplicada en su eje longitudinal originada probablemente por un desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción al intentar retraer el tren de aterrizaje.

Este supuesto desajuste de los tubos del sistema de extensión y retracción también explicaría el fallo del motor eléctrico del tren de aterrizaje durante el proceso de retracción al excederse su tiempo de funcionamiento.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No hay recomendaciones de seguridad ya que se considera que el ligero desajuste del sistema de extensión y retracción del tren de morro podría deberse a una inadecuada operación de la aeronave. No obstante, se hace notar que el ajuste del sistema de extensión y retracción del tren de aterrizaje de estas aeronaves es bastante delicado y, durante la operación y el mantenimiento, ha de tenerse presente este hecho.