CIAIAC

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

Informe técnico IN-015/2018

Incidente ocurrido el día 9 de mayo de 2018, a la aeronave DIAMOND DA20-C1, matrícula EC-MQT, en el aeródromo de La Axarquía Vélez-Málaga (Málaga)

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: 796-20-161-3

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63 E-mail: ciaiac@mitma.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.ciaiac.es 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.° 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 6

1. INFORMACIÓN FACTUAL 8

1.1. Antecedentes del vuelo 8
1.2. Lesiones personales 9
1.3. Daños sufridos por la aeronave 10
1.4. Otros daños 10
1.5. Información sobre el personal 10
1.6. Información sobre la aeronave 11
1.7. Información meteorológica 16
1.8. Ayudas para la navegación 16
1.9. Comunicaciones 16
1.10. Información de aeródromo 16
1.11. Registradores de vuelo 18
1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada 18
1.13. Información médica y patológica 19
1.14. Incendio 19
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 19
1.16. Ensayos e investigaciones 20
1.17. Información sobre organización y gestión 30
1.18. Información adicional 30
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces 31

2. ANÁLISIS 32

2.1. Análisis de la situación meteorológica 32
2.2. Análisis del vuelo 32
2.3. Análisis del desprendimiento de parte del tren de morro 33
2.4. Análisis del mantenimiento del tren de morro 37

3. CONCLUSIONES 39

3.1. Constataciones 39
3.2. Causas/factores contribuyentes 40

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 42

ABREVIATURAS

° ′ ″	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AMM	Manual de mantenimiento de la aeronave
ARO	Oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo
ATO	Organización de formación aprobada
AVGAS	Gasolina de aviación
CAMO	Organización de gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad
COM	Comunicaciones
CPL	Licencia de piloto comercial
dB	Decibelio(s)
dm^3	Decímetro(s) cúbico(s)
EASA	*European Aviation Safety Agency*
ELT	Transmisor de localización de emergencia
EMA	Estación meteorológica automática
FI	Habilitación de Instructor de vuelo
ft	Pie(s)
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
h	Hora(s)
hp	Caballo de potencia
IPC	Catálogo ilustrado de partes
IR	Habilitación para vuelo instrumental
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetro(s)/hora
kn	Nudo(s)
l , l/h	Litro(s) , Litro(s)/hora
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LEAX	Código OACI Aeródromo de La Axarquía-Leoni Benabu (Málaga)
LEMG	Código OACI Aeropuerto Málaga-Costa del Sol
LPI	Inspección mediante líquidos penetrantes
m	Metro(s)
m^2	Metro(s) cuadrado(s)
m/s	Metro(s)/segundo
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo
Mhz	Megahercio

MTOW	Peso máximo al despegue
N	Newton (unidad de medida de la fuerza)
N	Norte
Nm	Newton(s) por metro
n/s	Número de serie
O	Oeste
p/n	Número de pieza
PPL	Licencia de piloto privado
PTM	Punto de comunicación de posición en Torre del Mar (Málaga)
PV	Punto de comunicación de posición en Embalse de Viñuela (Málaga)
rpm	Revoluciones por minuto
SB	Boletín de servicio
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
SIL	Carta de información de servicio
TCDS	Hojas de datos del certificado de tipo
TORA	Recorrido de despegue disponible
TTSN	Número total de horas de vuelo desde aeronave nueva
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR-VMC	Reglas de vuelo visual -Condiciones meteorológicas de vuelo visual
V_A	Velocidad de maniobra
Vn_e	Velocidad de nunca exceder
Vn_o	Velocidad de operación normal
V_s	Velocidad de entrada en pérdida

Sinopsis

Propietario y operador:	Grupo One Air Aviación S.L.
Aeronave:	DIAMOND DA20-C1, matrícula: EC-MQT
Fecha y hora del incidente:	Miércoles, 9 de mayo de 2018, 13:24 hora local
Lugar del incidente:	Aeródromo de la Axarquía, Vélez-Málaga (Málaga)
Personas a bordo:	Un tripulante – ileso
Tipo de vuelo:	Aviación General – Instrucción – Solo
Fase de vuelo:	Aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	29 de mayo de 2019

Resumen del suceso

El miércoles 9 de mayo de 2018 la aeronave DIAMOND DA20-C1, matrícula EC-MQT, sufrió un incidente en el aeródromo de La Axarquía, situado en Vélez-Málaga, provincia de Málaga, durante un vuelo de instrucción.

Durante la maniobra de aterrizaje, al contactar la aeronave con la pista, se produjo el desprendimiento del acoplamiento final del tren de morro. El vuelo estaba siendo supervisado desde tierra por el piloto instructor, quien informó de la situación al alumno piloto que decidió abortar la maniobra de aterrizaje. Posteriormente, y tras comunicar con los servicios de emergencia y disponer del soporte de bomberos y ambulancia, la aeronave completó un aterrizaje de emergencia sin incidencias.

El alumno piloto resultó ileso.

La aeronave sufrió daños leves.

La investigación del suceso ha determinado que la causa del incidente fue el desprendimiento del acoplamiento de la horquilla de la rueda de morro, al contactar con la pista en un aterrizaje duro, cuando el alumno piloto iniciaba el aterrizaje, obligándole a frustrar la maniobra.

Se consideran como posible factor contribuyente al incidente:

- El contacto simultáneo del tren principal y el tren de morro con la pista a velocidad superior a la recomendada, suponiendo un sobreesfuerzo ejercido sobre el tren de morro.

El informe contiene una recomendación dirigida al fabricante de la aeronave, con objeto de que considere la posibilidad de incluir un criterio adicional de revisión de mantenimiento, en función del número de ciclos de la aeronave.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Antecedentes del vuelo

El 9 de mayo de 2018, a las 13:24 hora local, el alumno piloto de la aeronave DIAMOND DA20-C1, matrícula: EC-MQT, durante un vuelo de escuela con origen y destino el aeródromo de La Axarquía - LEAX (Vélez-Málaga) según reglas de vuelo VFR, sufrió un incidente que le obligó a realizar un aterrizaje de emergencia en la pista 12 del aeródromo.

El día del incidente, el instructor y el alumno habían estado realizando varias tomas y despegues en el aeródromo de La Axarquía (LEAX) en un vuelo de instrucción previo a la "suelta"[1] del alumno. Se realizaron ocho tomas y despegues, así como la simulación de diferentes emergencias.

Todas las maniobras se realizaron con total normalidad bajo la supervisión del instructor, que vio capacitado al alumno para realizar el vuelo posterior de "suelta" como alumno piloto.

En consecuencia, el instructor abandonó la aeronave y el alumno procedió a poner en marcha el motor continuando con los procedimientos aplicables y dirigiéndose al punto de espera de la pista 12 en servicio, para realizar su vuelo de "suelta".

El alumno entró en la pista y realizó un despegue con total normalidad, realizando un circuito con aterrizaje y parada en la misma pista.

A continuación, el instructor le indicó por radio que debía hacer algún circuito más por lo que el alumno volvió a ir solo rodando de nuevo hacia el punto de espera de la pista 12.

Fotografía 1. Aeronave del suceso tras el aterrizaje de emergencia

[1] Vuelo de suelta: primer vuelo de un alumno piloto que realiza en solitario durante el periodo de instrucción para la obtención de una licencia de piloto aplicable a las diferentes categorías.

El alumno volvió a hacer sus procedimientos realizando un despegue normal para posteriormente hacer un circuito con baja aproximación sin realizar aterrizaje.

Nuevamente, volvió a hacer otro circuito y establecido ya en final, con la aeronave aparentemente en perfectas condiciones hizo una toma, momento en el cual escuchó un ruido y percibió un movimiento extraño en la aeronave, además de escuchar la voz del instructor que al presenciar lo sucedido le indicó por radio "motor y al aire".

En el momento en el que el tren de morro contactó con la pista, a una velocidad de 65 KIAS, el instructor que se encontraba grabando en video la "suelta" del alumno por procedimiento de la escuela, observó como la rueda de morro de la aeronave se desprendió junto con alguna pieza más, instando al alumno por radio a que frustrara el aterrizaje.

A partir de ese momento el instructor supervisó por radio en todo momento al alumno. Le indicó que hiciera varios circuitos para tomar una decisión y para que se tranquilizara ya que el avión podía volar con normalidad.

En ese momento el instructor y el personal de la escuela que se encontraba en el aeródromo notificaron lo sucedido al jefe de entrenamiento de la escuela.

Se comunicó con los servicios de emergencia del aeródromo, tanto con los bomberos como con el servicio de ambulancias. Mientras llegaban a la pista, se repasó por radio con el alumno el procedimiento a seguir llegando a realizar 21 circuitos y aproximaciones antes del aterrizaje.

Cuando llegaron los bomberos llenaron la pista de espuma y el alumno en todo momento guiado por el instructor, realizó un aterrizaje sin incidencias con absoluta seguridad, en el eje de la pista, casi sin velocidad y sin sufrir ningún daño.

La aeronave sufrió daños leves.

1.2. Lesiones personales

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1		1	
TOTAL	1		1	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños leves como consecuencia del incidente, afectando solamente al tren de morro al producirse el desprendimiento del acoplamiento de la horquilla de la rueda.

1.4. Otros daños

No se produjeron daños a terceros.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Alumno piloto

El alumno piloto, de nacionalidad española, de 22 años de edad, se encontraba realizando la formación para la obtención de la licencia de piloto privado (PPL). En la fecha del suceso, ya había superado la fase teórica y estaba completando la fase práctica, habiendo realizado 24 horas 25 minutos de vuelo dual con un total de 56 aterrizajes.

Disponía de una autorización emitida por la escuela de formación para "vuelo solo" con fecha 09/05/2018 para la realización del vuelo de "suelta".

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 04/10/2018 para la clase 1, y hasta el 04/10/2022 para las clases 2 y LAPL.

En el vuelo anterior al del suceso, realizado el 07/05/2018, el alumno piloto había practicado tomas y despegues durante una hora veinte minutos en la misma aeronave del suceso. El día del incidente, el 09/05/2018, realizó un vuelo de una hora de duración también en la misma aeronave practicando así mismo tomas y despegues con las diferentes configuraciones de flaps. La valoración por el instructor de este vuelo fue muy buena por lo que autorizó al alumno a realizar el vuelo de "suelta", vuelo en el que ocurrió el incidente.

1.5.2. Instructor

El instructor, de nacionalidad española, de 39 años de edad, tenía la siguiente licencia de piloto expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA):

- Licencia de piloto comercial (CPL) desde el 03/07/2006 con las siguientes habilitaciones:
  - SEP (land) de monomotores de pistón válida hasta el 31/12/2019
  - MEP (land) de multimotores de pistón válida hasta el 31/12/2018
  - IR (A) de vuelo instrumental de avión válida hasta el 31/12/2018

- FI(A) de instructor de vuelo de avión CPL, PPL, SEP IR NIGHT válida hasta el 31/05/2020

El certificado médico se encontraba en vigor hasta el 28/10/2018 para la clase 1, y hasta el 28/10/2019 para las clases 2 y LAPL.

Según la información facilitada por el instructor, su experiencia de vuelo total era de 700 horas, de las cuales 440 horas eran en la aeronave del suceso.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave DIAMOND DA20-C1 es un avión monomotor biplaza, monoplano de ala baja de estructura cantilever, con tren de aterrizaje fijo, tipo triciclo y cola en "T".

Fabricada por DIAMOND AIRCRAFT INDUSTRIES, INC. (Canadá), está construida en materiales compuestos según TCDS nº EASA.IM.A.223.

Fotografía 2. Aeronave del suceso

Está diseñada para vuelos según reglas VFR y condiciones VMC.

Cabina de instrumentación:

Fotografía 3 . Cabina de mando tras el incidente

Tren de aterrizaje:

El tren de aterrizaje de la aeronave es fijo de tipo triciclo, compuesto por un tren de morro y otro principal. Ambos con una sola rueda por pata y neumáticos de baja presión. Está equipado con frenos de disco actuados hidráulicamente.

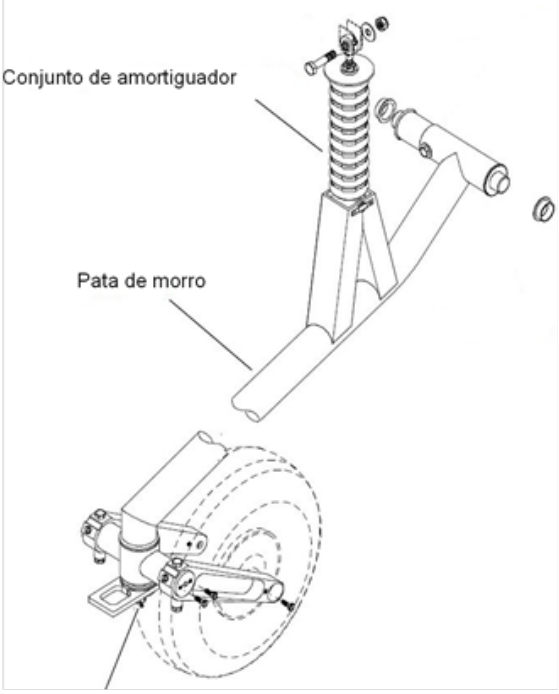


Figura 2: Tren de aterrizaje de morro

En particular el tren de morro consiste en una barra tubular de acero soldada, fijada a la bancada del motor mediante un bulón, y una rueda giratoria. La unión de esta barra se realiza mediante un muelle de elastómero que proporciona la amortiguación (Figura 2).

El extremo delantero de la barra posee otro bulón prácticamente vertical que permite la fijación de la horquilla donde va montada la rueda de morro. Este permite girar a la rueda en ± 64º. El ajuste de la fricción de este bulón es lo que permite el giro de la rueda sin oscilaciones.

Los carenados de las ruedas son en este tipo de aeronaves, opcionales. La aeronave del suceso no los llevaba.

El giro en tierra de la aeronave se produce accionando los pedales.

La fotografía 4 muestra los elementos principales en el tren de morro de la aeronave tras el incidente.

Fotografía 4: Tren de aterrizaje de morro de la aeronave tras el incidente

Combustible:

- Tipo de combustible autorizado y utilizado: AVGAS 100.
- La aeronave dispone de un depósito de aluminio en el fuselaje, de capacidad total 93 litros, de los cuales, dos litros no son consumibles.

Lubricante:

- Tipo de lubricante: aceite de aviación especificación TCM MHS24.
- Depósito: un cárter húmedo.

1.6.2. Registro de mantenimiento

Esta aeronave fue construida en 2004 con nº de serie: C0300. El mantenimiento era realizado por una organización aprobada por AESA como organización EASA Parte 145 con certificado emitido en Rev.6 el 16/05/2017 y como organización de Gestión del mantenimiento de la aeronavegabilidad con certificado en Rev.6 de fecha 25/04/2016, con las aeronaves "DIAMOND DA20 Series" incluidas en su alcance.

El Programa de mantenimiento de la aeronave, autorizado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en vigor en el momento del incidente correspondía al PM-DA20MQT ed.1 rev.0A de fecha 07/12/2017.

Los tipos de revisiones exigidas a la aeronave, según dicho programa eran:

- Revisiones básicas cada 50 horas
- Revisiones periódicas cada 100 horas
- Revisiones generales cada 200 horas o anual
- Revisiones generales cada 1000 horas
- Revisiones generales cada 6000 horas
- Inspecciones especiales (motor, filtro de combustible, magnetos, etc. que no afectan a la célula)

El cuaderno de la aeronave fue emitido con fecha 19/05/2017 y en el momento del incidente tenía un registro acumulado de tiempo de vuelo de 2612 horas, 45 minutos.

El último registro de vuelo constatado antes del incidente, corresponde a un vuelo con origen y destino el aeródromo de La Axarquía el mismo día del suceso, con salida a las 08:15 y llegada a las 08:55 h, en el que se realizaron ocho aterrizajes. El vuelo anterior a este, también se realizó el mismo día con salida a las 05:30 y llegada a las 07:35 h, en el que se realizó un aterrizaje.

La mayor revisión de mantenimiento realizada a la aeronave fue una inspección general a las 2000 horas de vuelo en la que no se reseñó ninguna incidencia de interés para la investigación de este suceso.

En cuanto a las últimas revisiones de mantenimiento realizadas por la organización autorizada, fueron las siguientes:

- El 13/04/2018: una revisión de 200 h de la célula, cuando la aeronave tenía 2531 horas 15 minutos de vuelo. En esta revisión se cumplimentaron tareas específicas que se consideran de interés para la investigación, como el desmontaje de la horquilla de la rueda de morro, la inspección del extremo roscado del bulón de la pata del tren y de la lubricación de ambos elementos. También se realizó una revisión de la fricción de la dirección, que afectaba directamente a la tuerca almenada y su pasador, de sujeción de la pata del tren de morro y la horquilla.
- El 03/05/2018: una revisión de 50 h de la célula, cuando la aeronave tenía 2582 horas 30 minutos de vuelo. En este caso no se realizó ninguna tarea relativa al tren de morro.

En ninguna de las revisiones indicadas se reseñó ninguna anotación u observación que afectara al tren de aterrizaje de morro.

Desde la última revisión de mantenimiento realizada a la aeronave el 03/05/18, seis días antes del suceso, hasta el momento del suceso, se realizaron un total de 127 aterrizajes. De los cuales en el mismo día del incidente se hicieron nueve aterrizajes además del frustrado y el de emergencia.

A continuación, se incluye el registro de horas de vuelo y aterrizajes realizados por día, en los días comprendidos entre la última revisión de mantenimiento y el vuelo previo al incidente:

Fecha	Horas de vuelo	Aterrizajes
03/05/18	5:10	2
04/05/18	4:00	12
05/05/18	3:20	20
06/05/18	4:50	18
07/05/18	5:05	31
08/05/18	7:50	35
09/05/18	2:45	9
TOTAL	35:00	127

En cuanto al motor, que fue instalado en la aeronave nuevo de fábrica, según su cartilla de fecha el 19/05/2017, contaba con un total de 679 horas de vuelo registradas hasta el día antes del incidente. Las últimas revisiones de mantenimiento realizadas al motor fueron el:

- el 13/04/18: una revisión de 100 h, y
- el 03/05/18: una revisión de 50 h.

En ninguna de estas revisiones se observó ninguna anomalía destacable.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave con número de serie C0300 y matrícula EC-MQT, según el registro de matrículas activas de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, fue matriculada el 14/09/2017, con número de registro 9930. La aeronave es propiedad y está operada por una escuela de pilotos privado con domicilio en Málaga, con aprobación de AESA como organización de formación certificada EASA-ATO, con la aeronave del suceso incluida en su *Manual de operaciones*.

La aeronave disponía de un Certificado de Aeronavegabilidad nº: 7920 emitido por AESA el 23/05/2017, con categoría "Avión de Categoría Semi-acrobática - Utility Category".

Así mismo disponía de un Certificado de Revisión de la Aeronavegabilidad ref.: ES.ARC-MQT-001, emitido por una organización aprobada de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad, el 13/03/2018 con validez hasta el 12/03/2019. Las horas de vuelo de la célula, en la fecha de expedición de este certificado eran de 2526 horas.

La aeronave contaba además con otras autorizaciones tales como:

1. Licencia de estación de aeronave emitida por AESA el 22/07/2017 que incluía los equipos: COM1 (Garmin SL40), COM2 (ICOM IC-A200), NAV1 (Garmin GNS-430), TRANSPONDER (Garmin GTX 330), ELT (KANNAD ELT 403 AF COMPACT) y GPS1 (Garmin GNS-430).
2. Certificado de niveles de ruido emitido por AESA 22/05/2017 con nivel de ruido al despegue de 75,3 dB(A)[2].
3. Certificado emitido por la organización de mantenimiento aprobada como organización CAMO en la que la aeronave del suceso se certifica como que reúne todos los requisitos y disponía de todo el equipamiento necesario para operar en condiciones especiales de MTOW de 800 Kg, vuelo VFR-Nocturno y con barrenas intencionadas.

La organización disponía de una póliza de seguros en vigor que cubría en su alcance a la aeronave del suceso.

[2] dBA: Decibelio A, unidad de nivel de ruido ponderada que elimina parte de las bajas frecuencias y las muy altas.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Situación general

En niveles bajos había bajas presiones relativas sobre la Península, excepto en el Cantábrico, con un débil gradiente de presión en general. A la hora del incidente se habían empezado a desarrollar nubes convectivas en el sureste peninsular, además de las de Cataluña y la zona balear que estaban ya activas previamente. En el área del Estrecho, había altas presiones relativas en el Golfo de Cádiz y bajas presiones relativas en el Mar de Alborán, lo que establecía vientos de poniente con rachas de hasta 29 kn en Marbella.

1.7.2. Situación en la zona del incidente

- La situación meteorológica en las proximidades del aeródromo de La Axarquía, a las 11:24 UTC, según información proporcionada por AEMET, era la siguiente:
- En la estación termopluviométrica de Vélez-Málaga: temperatura de 25 ºC, 55 % de humedad y sin precipitación.
- A algo más de 5 km (hacia el Sureste), en la estación meteorológica automática (EMA) del Algarrobo: 23ºC de temperatura, 70 % de humedad y viento del sur (190º) de 10 km/h de intensidad con viento máximo en los diez minutos precedentes de 20 km/h.
- En Nerja a algo más de 25 km (hacia el Este), la temperatura era de 24 º C, 65 % de humedad y viento del sur (190º) de 9 km/h de intensidad con viento máximo en los diez minutos precedentes de 16 km/h.
- En el aeropuerto de Málaga, a algo más de 30 km el METAR de las 11:30 UTC era: **METAR LEMG 091130Z 29010KT 250V320 9999 FEW040 26/15 Q1012 NOSIG=**

Por tanto, las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.

1.8. Ayudas para la navegación

El vuelo se desarrolló bajo reglas VFR.

1.9. Comunicaciones

No hay registros de comunicaciones disponibles.

1.10. Información de aeródromo

El Aeródromo de La Axarquía - Leoni Benabu (LEAX), es un aeródromo privado español, de uso restringido y sin servicio de control, situado en el municipio de Vélez-Málaga (provincia de Málaga). El aeródromo es propiedad y está administrado por el Real

Fotografía 5: Aeródromo de La Axarquía

Aeroclub de Málaga. Su uso es exclusivamente deportivo y solo opera según reglas de vuelo VFR.

Sus coordenadas geográficas son: N 36° 48’ 08” y O 4° 08’ 13”.

Dispone de una pista de vuelo asfaltada con orientación 12/30, de longitud TORA 959 m y 637 m, respectivamente, y ancho 20 m, con una elevación de 120 metros sobre el nivel del mar. La frecuencia de comunicaciones asignada Aire/Aire es 123,500 Mhz.

La oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo (ARO) asignada es Málaga (LEMG) y los puntos de comunicación de posición son Torre del Mar (PTM) y el embalse de Viñuela (PV). Todas las aeronaves no basadas en el aeródromo deben solicitar autorización de aterrizaje en el aeródromo, a su propietario, el Real Aeroclub de Málaga.

En sus procedimientos de funcionamiento están establecidas las siguientes instrucciones:

1. Está prohibido volar sin radio.
2. Las aeronaves en el circuito de tráfico, tendrán prioridad.
3. Se deberá notificar la entrada en el circuito de tránsito del aeródromo, viento en cola, base y final.

4. No se cruzará el eje de pista ni sus prolongaciones sin previa comunicación en frecuencia Aire/Aire 123,500 Mhz.
5. Las aeronaves en sobrevuelo del aeródromo comunicarán en la frecuencia Aire/Aire 123,500 HMz sus intenciones de sobrevuelo y las altitudes que serán utilizadas.

Cuando el tráfico se vaya a mantener en circuito sobre La Axarquía o dentro del área de control de Sevilla, es decir, a altitudes inferiores a 3500 ft, es responsabilidad de los propios pilotos proveer su propia separación respecto de otras aeronaves operando en dicho circuito.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con un registrador de datos de vuelo ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, ya que la reglamentación aeronáutica en vigor no exige llevar ningún registrador en este tipo de aeronaves.

1.12. Información sobre los daños de la aeronave siniestrada

Arriba fotografía 6: Pata del tren de morro
Abajo izquierda fotografía 7: Horquilla y rueda de morro
Abajo derecha fotografía 8: Huella a lo largo de la pista

Las declaraciones del alumno piloto, el instructor y las pruebas documentadas a través de fotografías y videograbaciones del momento del incidente, muestran que, durante el aterrizaje de emergencia, la aeronave sufrió el desprendimiento de la horquilla de la rueda del tren de morro a la pata del tren, junto con la propia rueda, como se muestra en las fotografías 6 y 7.

La aeronave aterrizó por la pista 12 del aeródromo de La Axarquía, donde se identificó la huella producida en el asfalto por el contacto de la pata del tren de morro (fotografías 6 y 8), tras el desprendimiento del conjunto de la horquilla de la rueda de morro.

Dicha huella consiste en una marca de rozamiento sobre el asfalto sin apenas desgaste ni profundidad en este último.

Los daños en la aeronave fueron leves afectando exclusivamente al tren de aterrizaje de morro. El acoplamiento final con la rueda de morro desprendido fue recuperado en la pista donde aterrizó el avión.

El resto de la aeronave no sufrió ningún daño durante el incidente.

1.13. Información médica y patológica

El alumno piloto resultó ileso y pudo salir por sus propios medios de la aeronave.

1.14. Incendio

No aplicable.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El alumno piloto realizó un aterrizaje de emergencia supervisado desde tierra cuando los servicios de emergencia, bomberos y ambulancia se encontraban ya en el aeródromo y la situación se encontraba controlada. La pista había sido cubierta con espuma y el aterrizaje se produjo a baja velocidad con absoluto control de la aeronave.

El arnés de seguridad actuó de forma adecuada, manteniendo sus anclajes en buenas condiciones.

El alumno piloto salió por sus propios medios de la aeronave sin sufrir ningún daño.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Declaraciones

Declaración del Gerente Responsable

El testimonio de lo ocurrido en el incidente fue remitido durante la investigación por el Gerente Responsable de la escuela de pilotos, corroborado y firmado por el alumno piloto y por el instructor. Así mismo fue contrastado con el reportaje gráfico del incidente, comprobando su coincidencia.

Según indicó el Gerente Responsable en el vuelo anterior al incidente, el instructor y el alumno realizaron tomas y despegues con la aeronave Diamond DA20, matrícula EC-MQT, con origen y destino el aeródromo de la Axarquía (LEAX), como vuelo de instrucción previo a la "suelta" del alumno. Durante este vuelo se realizaron un total de ocho tomas y despegues, así como la simulación de emergencias. Todo se hizo con normalidad bajo la supervisión del instructor que vio capacitado al alumno para realizar el vuelo posterior de "suelta".

El instructor abandonó la aeronave y el alumno puso en marcha el motor, continuó con los procedimientos y se dirigió al punto de espera de la pista 12. Entró en la pista y realizó un despegue con total normalidad, para a continuación proceder a realizar un circuito con aterrizaje y parada en la pista. A continuación, el instructor le indicó por radio que tenía que realizar algún circuito más por lo que el alumno volvió a ir rodando hacia el punto de espera de la pista 12, de nuevo hizo sus procedimientos y realizó un despegue normal para posteriormente hacer un nuevo circuito.

Según el testimonio del Gerente, el alumno con la aeronave aparentemente en perfectas condiciones al realizar la toma sobre la pista, fue cuando escuchó un ruido extraño junto con un movimiento de la aeronave no habitual, decidiendo irse al aire. En ese momento fue cuando se produjo el desprendimiento de la rueda de morro junto con alguna pieza más, como declaró el instructor que le instó así mismo a realizar un "motor y al aire". Este tipo de vuelos, los vuelos de "suelta", son grabados por procedimiento específico de la escuela, por lo que el instructor se encontraba realizando dicha grabación. A continuación, el instructor notificó al alumno por radio que siguiera haciendo varios circuitos antes de tomar una decisión, ya que había perdido la rueda de morro, indicándole que se tranquilizara dado que el avión podía volar con normalidad.

En ese momento, el instructor y el personal de la escuela que se encontraba en el aeródromo llamaron al Gerente Responsable (también Jefe de Entrenamiento de la escuela) para notificarle lo sucedido, comunicándole que el alumno se encontraba en el aire volando sin rueda de morro.

Tras evaluar la situación y considerando que el vuelo anterior que había realizado el alumno se hizo con normalidad en el mismo aeródromo y por tanto el alumno ya esta-

ba familiarizado con el mismo, el Gerente Responsable les indicó que siguiera haciendo circuitos.

Una vez analizados los datos, se dio aviso a los bomberos y al servicio de emergencias. Se comunicó por radio con el alumno explicándole y repasando todo el procedimiento a seguir consistente en:

- comprobar y asegurar arnés, sin objetos sueltos en la aeronave;
- aproximación normal: tomar como referencia un punto antes del umbral;
- contactar con el tren principal manteniendo el morro elevado hasta decelerar al tiempo que se corta combustible, sistema eléctrico y todos los puntos establecidos en la lista de chequeo;
- finalmente dejar caer suavemente el morro del avión.

Cuando llegaron los bomberos el alumno ya estaba instruido y procedieron a llenar la pista con espuma.

Se realizaron un total de 21 circuitos / aproximaciones antes del aterrizaje, emulando la maniobra en sucesivas ocasiones para garantizar la seguridad de la operación. Finalmente, el alumno realizó un último circuito manteniendo las alturas establecidas y guiado por radio en todo momento, ejecutando el procedimiento anteriormente explicado sin ningún tipo de desviación y con la supervisión de los servicios de emergencia.

El avión se detuvo prácticamente sin velocidad con absoluta seguridad. En ningún momento la hélice tocó el suelo, siendo la pata de morro sin rueda la que actuó como tren de aterrizaje, deteniéndose la aeronave en el mismo eje de la pista.

El alumno salió por su propio pie, sin ningún golpe ni rasguño. A continuación, se procedió a llamar al servicio de notificación de accidentes tras realizar varias fotografías y recoger los datos pertinentes para entregar a las autoridades, retirando finalmente la aeronave de la pista.

Documento fotográfico del aterrizaje

El vuelo del incidente era un vuelo de "suelta" en el que un alumno piloto volaba por primera vez solo dentro del programa de formación para la obtención de la licencia de piloto privado.

El personal de la escuela siguiendo sus procedimientos aprobados, en el momento del incidente se encontraba realizando desde tierra una grabación en video del vuelo. A continuación, se incluyen las principales fotografías que muestran lo ocurrido en el incidente a través de extractos de la videograbación, así como de la grabación que posteriormente se hizo desde la torre del aeródromo en el momento de realización del

aterrizaje de emergencia, donde se aprecia el despliegue de seguridad realizado por los equipos de emergencia, bomberos, policía y ambulancia.

En primer lugar, se incluyen las fotografías correspondientes al momento en el que tras completar el vuelo de "suelta", el alumno intenta aterrizar. Dicho aterrizaje se ve frustrado al oír un ruido inusual y notar que la aeronave hacía un movimiento extraño, decidiendo realizar un "motor y al aire", a la vez que su instructor situado en tierra, le comunica por radio que parte del tren de morro se había desprendido.

Conjunto de fotografías 9: Secuencia del aterrizaje frustrado

Por último, se incluyen las fotografías correspondientes al aterrizaje de emergencia realizadas desde la torre del aeródromo y desde la pista.

Conjunto de fotografías 10:
Secuencia del aterrizaje de emergencia

1.16.2. Información sobre el tren de aterrizaje de morro

A continuación, se incluye información de interés sobre el tren de aterrizaje de morro que ha sido obtenida durante la investigación y que será referida durante el análisis posterior de las causas y factores contribuyentes del incidente.

Para ello se ha estudiado el *Manual de vuelo de la aeronave*, el catálogo de piezas (IPC), el *Manual de mantenimiento* y los boletines de servicio y cartas de servicio aplicables.

Inspección pre-vuelo

Según el *Manual de vuelo de la aeronave* durante la inspección pre-vuelo se debe inspeccionar visualmente el tren de morro y retirar la barra de remolcado.

Esta barra que forma parte del equipamiento de la aeronave, debe utilizarse tanto para el remolcado manual como para el realizado con un vehículo, así como para el carreteo por la pista.

La barra de remolcado se fija a la horquilla de la rueda de morro con dos pasadores. En el momento de realizar la retirada de la barra se podría identificar, si la hubiera, alguna holgura o balanceo de la rueda de morro.

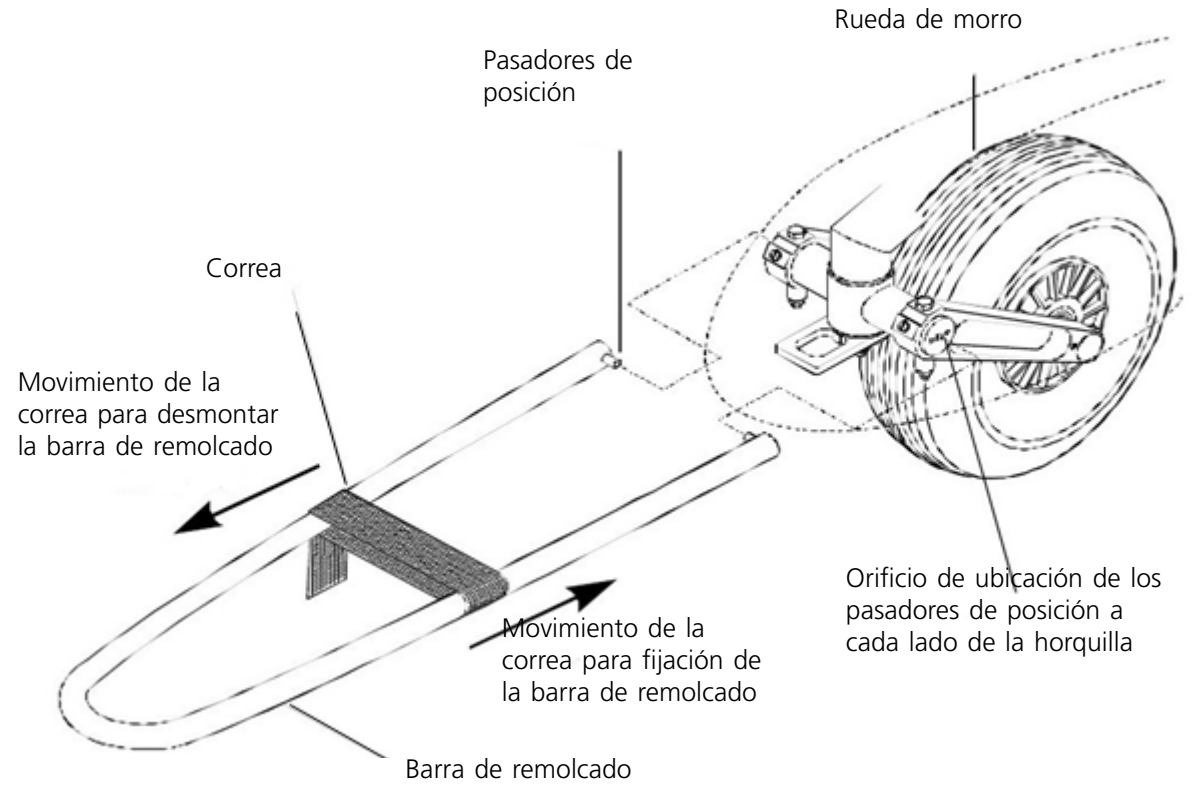


Figura 3: Barra de remolcado de la aeronave

Revisiones de mantenimiento

Según el *Manual de mantenimiento de la aeronave* y el programa de mantenimiento aprobado por la autoridad, los intervalos de horas de vuelo en los que se deben realizar las inspecciones programadas son a las 50, 100, 200, 1000 y 6000 horas.

En particular la inspección de mantenimiento del tren de morro, se realiza dentro de la revisión que el *Manual de mantenimiento* denomina de "la parte delantera del fuselaje" (apartado B del AMM), que además incluye las partes externas del tren principal y la cubierta de la cabina ("canopy").

Además de las tareas generales aplicables también al tren principal tales como la comprobación de la presión de los neumáticos, la revisión de la posible presencia de desgastes o grietas en las llantas de las ruedas, el estado de los frenos, etc., las tareas específicas a realizar en el tren de morro son las siguientes:

1. Comprobación del conjunto del tren de morro: en particular de su fijación al fuselaje.
2. Comprobación del conjunto de la rueda de morro: con especial atención a asegurar su correcta fijación y la presencia de posibles grietas y deformaciones.
3. Comprobación del conjunto de amortiguación.
4. Desmontaje de la horquilla de la rueda de morro.
5. Inspección de la horquilla de la rueda de morro con objeto de identificar posibles grietas, la presencia de corrosión y deformaciones. Se prestará especial atención a identificar posibles grietas en las áreas radiales.
6. Examen visual del alojamiento del bulón de sujeción a la horquilla del tren: se prestará especial atención a las grietas en zonas radiales donde la horquilla hace contacto, así como a la presencia de corrosión y desgaste. Cualquier presencia de corrosión debe ser evaluada, tratada y/o reemplazado el componente si se precisa. Se inspeccionará así mismo la rosca del bulón presente en el extremo inferior de la pata de morro, especialmente para identificar posibles grietas u otros daños.
7. Lubricación del alojamiento del bulón y la horquilla del tren y posterior instalación.
8. Examen visual del estado de la pata del tren de morro, revisando la presencia de posibles deformaciones, corrosión y el estado de la pintura. Deberá asegurarse que no hay demasiada holgura entre el bulón de la pata y su alojamiento en la horquilla. La holgura admisible radialmente es de 0.05 mm, si se supera la pata debe desmontarse y revisar los casquillos.
9. Realización del test de fricción y holgura del giro de la rueda de morro. La fricción en el eje debe ser entre 3 y 5 N.
10. Lubricación de los rodamientos del conjunto de amortiguación.

Todas las tareas deben realizarse a las 100, 200 y 1000 horas de vuelo, excepto las 8 y la 10 que deben realizarse solo a las 1000 horas y la 9 a las 200 y a las 1000 horas.

Además de lubricar el alojamiento del bulón de la pata y la horquilla del tren cada 100, 200 y 1000 horas como se especifica en la tarea 7 antes referida, también debe lubricarse cada vez que se realiza el montaje o desmontaje de la pieza por cualquier otro motivo.

La inspección de 6000 horas incluye también una revisión de la pata del tren de morro fundamentalmente centrada en inspeccionar su sujeción a la parte inferior del fuselaje. En este suceso, la aeronave todavía no ha alcanzado estas horas de vuelo.

Dentro de los principales problemas que suelen identificarse en el tren de morro, el *Manual de mantenimiento* distingue entre los producidos por realizar una toma dura y cuando se perciben oscilaciones o balanceos de la rueda de morro. Cuando se produce una toma dura debe realizarse una inspección de mantenimiento no programado adicional del tren de morro. En el caso de oscilaciones o balanceos de la rueda de morro, se considera como posible causa, la baja fricción en el sistema de dirección lo que puede ser solucionado con el simple ajuste del tornillo de sujeción de la horquilla.

El último *Manual de mantenimiento* publicado por el fabricante de la aeronave corresponde al emitido con fecha 30/05/2014 en rev.22, el cual se encuentra afectado por la revisión temporal DA201-C1 TR 32-01 del 11/09/2018, posterior a la fecha del suceso. Se hace referencia a esta revisión temporal dado que el fabricante de la aeronave ha evaluado la necesidad de realizar una inspección adicional a la pata del tren de morro, en particular al bulón de la pata que se conecta a la horquilla de la rueda de morro, ya que se han identificado casos en los que han aparecido grietas en los componentes que pueden afectar a la seguridad de la operación. Específicamente se centran en el análisis de la zona marcada como A en la Figura 4. Este componente correspondiente al p/n: 20-3220-02-00 es un conjunto soldado del extremo roscado a la pata del tren de morro. Dicho componente fue además sustituido por el p/n: 20-3220-02-00_1 en el que se mejoraba su diseño estructural. En el incidente objeto de esta investigación la zona B marcada en la Figura 4, es la zona que apareció seccionada tras el aterrizaje de emergencia.

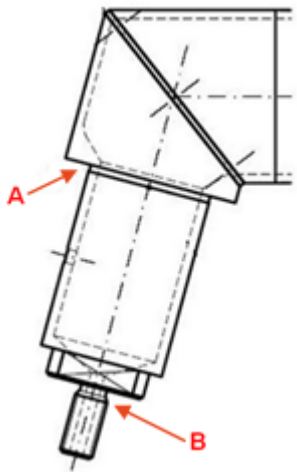


Figura 4: Bulón del extremo de la pata del tren morro

En la revisión temporal mencionada se incluye una nueva tarea a realizar en la revisión de 2000 horas de vuelo, consistente en la inspección del bulón de la pata del tren de morro mediante líquidos penetrantes, LPI[3], según el procedimiento de prueba que se establece en el mismo documento.

[3] LPI: *Liquid Penetrant Inspection* – inspección mediante líquidos penetrantes.

También se ha evaluado la publicación e implementación de los boletines de servicio y las cartas de información de servicio emitidos por el fabricante de la aeronave, que afectan al tren de morro y que se detallan a continuación:

- Carta de información de Servicio SIL[4] nº SIL20C1-005 de fecha 07/10/2010: en esta comunicación que afecta a diversos n/s de aeronaves entre ellos la del suceso, se establece el cambio en el diseño del conjunto de la horquilla de la rueda de morro, cambiando consecuentemente su número de pieza. La razón del cambio fue el hallazgo de grietas en el conjunto de la horquilla durante algunas inspecciones rutinarias. La causa principal que se identificó fue el alto número de horas de vuelo de la aeronave, aunque en algunos casos con menos horas también se producían como consecuencia de tomas duras y aterrizajes en campos irregulares.
- Boletín de Servicio SB[5] nº DAC1-32-03 Rev.0 de fecha 15/07/2011: este boletín proporciona información sobre una actualización de la horquilla del tren y las instrucciones de instalación del conjunto de la rueda de morro para reducir el desgaste y mantener la fricción adecuada en la dirección. Esta modificación fue consecuencia de la identificación de oscilaciones de la rueda de morro en algunos incidentes derivadas del ajuste de la fricción de la dirección. El cumplimiento de este SB es según el fabricante "altamente recomendable" indicando que debe ser completado desde la fecha de publicación, en las siguientes inspecciones anuales o de 200 horas de vuelo dado que ha sido aprobado como parte del diseño de tipo, y debe ser anotado en el libro de la aeronave.
- Carta de información de Servicio SIL nº SIL20C1-011 de fecha 19/09/2018: afecta a diversos n/s de aeronaves entre ellos la del suceso, y que tengan un TTSN[6] de 2000 horas o más en la pata del tren de morro. Se indica que en relación al antiguo diseño de este componente con p/n: 20-3220-02-00, en algunos casos se han encontrado grietas de fatiga que pueden suponer la pérdida de la rueda de morro. Por ello el fabricante ha introducido una inspección adicional en el AMM a través de la revisión temporal DA201-C1 TR 32-01 del 11/09/2018 a la que se ha aludido en párrafos anteriores. El componente fue sustituido por uno nuevo, el p/n: 20-3220-02-00_1 por lo que, si este estuviera ya instalado en la aeronave por cualquier otro motivo, no requeriría de esta inspección adicional.

Según se ha contrastado con el centro responsable del mantenimiento de la aeronave, los dos primeros puntos correspondientes a la SIL20C1-005 y al SB DAC1-32-03, confirmaron que se habían implementado y contemplado en todas las revisiones posteriores

[4] SIL: *Service Information Letter* – Carta de Información de Servicio
[5] SB: *Service Bulletin* – Boletín de Servicio
[6] TTSN: *Total Time Since New* – Número total de horas de vuelo desde aeronave nueva

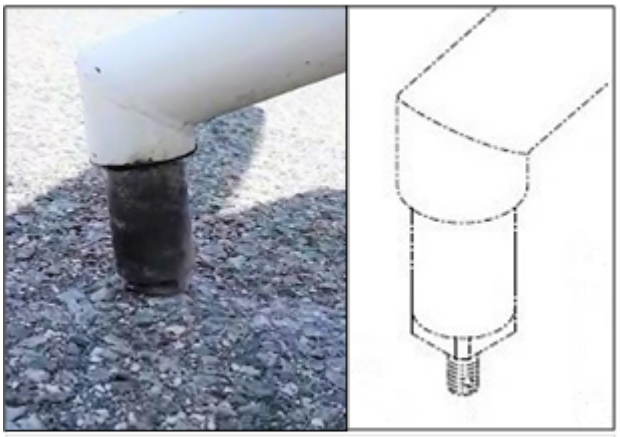
a mediados de 2012 y que considerando que fueron entonces incorporados al AMM y al IPC, y que dicha organización comenzó a trabajar con la aeronave del suceso en 2017, confirma que toda intervención realizada sobre el tren de morro se ha realizado de acuerdo a dichos documentos.

Así mismo la SIL20C1-011, ha sido igualmente implementada en 2018 como una revisión temporal del AMM, aunque, en cualquier caso, dada su publicación el 19/09/2018, con posterioridad al suceso. Esta SIL está fundamentada en la necesidad de realizar una inspección adicional por líquidos penetrantes cada 2000 horas, al bulón de la pata delantera donde va acoplada la horquilla de la rueda con lo que podría vincularse con el posible desprendimiento de la rueda de morro. En la aeronave del incidente que contaba con 2612 horas de vuelo en el momento del suceso, la revisión de mantenimiento de 2000 horas se realizó con anterioridad a la publicación de la revisión temporal por lo que no fueron implementados los cambios propuestos.

En el *Manual de mantenimiento de la aeronave* se incluye el detalle de las tareas a realizar como prácticas de mantenimiento en lo concerniente al desmontaje e instalación del conjunto de la horquilla de morro, así como el ajuste de la fricción de la dirección en el tren de morro para evitar que la rueda de morro oscile.

1.16.3. Información sobre los restos recuperados del tren de morro

Como se ha indicado anteriormente los únicos daños producidos en la aeronave durante el incidente son los correspondientes al tren de aterrizaje de morro.



Izquierda fotografía 11: Detalle del bulón de sujeción de la pata del tren de morro y la horquilla de la rueda.
Derecha figura 6: Detalle del bulón según el IPC.

La fotografía 11 muestra el bulón de sujeción de la pata del tren a la horquilla donde va alojada la rueda de morro, que según se pudo comprobar con los registros gráficos, soportó parte del peso de la aeronave en el final de la carrera de aterrizaje tras el desprendimiento del conjunto de la horquilla, entrando en contacto directo con la pista, apoyándose la aeronave también sobre este extremo de la pata del tren tras su detención.

Según se aprecia en la figura 6, el bulón de la aeronave del suceso, no mostraba el extremo roscado que la pieza debería tener, para permitir la sujeción de la horquilla de la rueda de morro. La superficie del resto del bulón presentaba indicios de corrosión superficial.

Conjunto de fotografías 12: Horquilla de la rueda del tren de aterrizaje de morro de la aeronave del suceso

Se recuperó el conjunto de la horquilla de la rueda de morro que se desprendió en el aterrizaje frustrado, no así las tuercas, arandelas y demás elementos de ensamblaje con la pata del tren.

El estado de la horquilla era aceptable, así como el de la llanta de la rueda y del neumático como puede apreciarse en las fotografías nº 12.

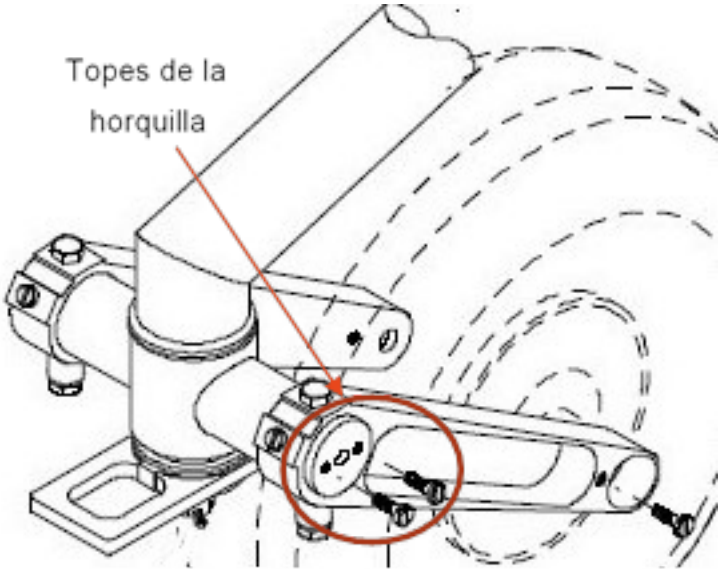


Figura 7: Sujeción de la horquilla del tren de morro

Por otro lado, los topes laterales de la horquilla sujetos con tornillos como se aprecia en la figura 7 del IPC, tampoco se localizaron.

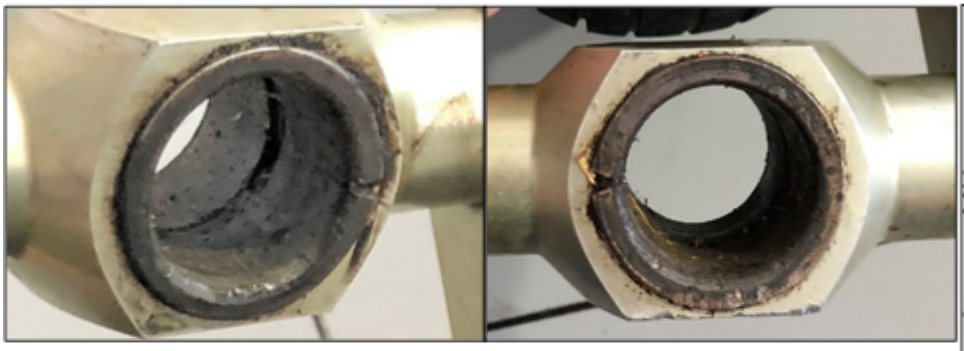
El alojamiento del extremo final de la pata de morro lleva insertados los dos casquillos de ajuste según se muestra en la figura 8.

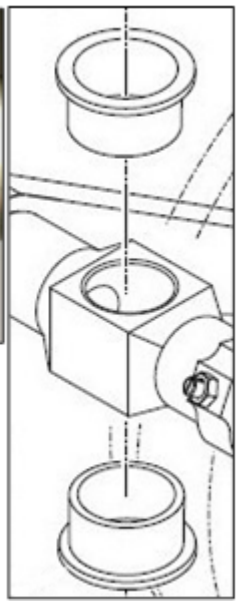
En la aeronave del suceso, según puede apreciarse en las fotografías nº 13, los casqui-

llos permanecieron insertados en el alojamiento tras el desprendimiento de la horquilla de la rueda de morro.

En estos casquillos se apreciaba deterioro, corrosión y desgaste.

El juego entre el pivote y los casquillos con bridas no pudo ser medido debido al mal estado de las piezas.





Izquierda conjunto de fotografías 13: Detalle del alojamiento del bulón y los casquillos
Derecha figura 8 : Detalle del alojamiento del bulón y los casquillos bulón según el IPC

1.17. Información sobre organización y gestión

Dado que el incidente transcurrió durante un vuelo de "suelta" de un alumno piloto como parte de la instrucción necesaria para la obtención de la licencia de piloto privado, se evaluaron los procedimientos seguidos durante la situación de emergencia, tanto por el personal de la escuela, el Jefe de Entrenamiento también Gerente Responsable de la Organización, como por el instructor.

En todo momento el alumno estuvo monitorizado desde tierra a través de la comunicación por radio, instruyéndole sobre los procedimientos a seguir e infundiéndole seguridad y tranquilidad para que pudiera realizar la maniobra de aterrizaje de emergencia con absoluta seguridad.

Los servicios de emergencia y bomberos fueron así mismo coordinados realizándose la operación de forma segura y controlada.

1.18. Información adicional

No es de aplicación.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el área del aeródromo de La Axarquía, en el entorno horario en el que se produjo el suceso (13:24 hora local) no eran limitativas para el vuelo visual, sin constatarse ninguna condición adversa imprevista influyente en el incidente.

2.2. Análisis del vuelo

Según los testimonios del instructor, el alumno-piloto, el Gerente Responsable de la operadora y los documentos gráficos del momento del incidente, ponen de manifiesto que el vuelo, hasta el intento de aterrizaje, fue realizado con normalidad y según procedimientos, por lo que no se considera que pudieran contribuir al suceso.

Durante la aproximación final la velocidad alcanzada por la aeronave fue de 65 KIAS, superior a la recomendada en el *Manual de vuelo* que debe ser como máximo de 55 KIAS para una operación normal de aterrizaje con posición máxima de deflexión de flaps.

Considerando que la velocidad recomendada es la adecuada para conseguir una transición suave en la recogida, es decir, para iniciar una deceleración apropiada que disminuya la velocidad, manteniendo una sustentación mínima para realizar la toma suavemente sin sobrecargar el tren, entonces, se puede presuponer que la mayor velocidad en la maniobra contribuyó al incidente.

Así mismo, según se pudo analizar en la videograbación del vuelo, en el momento de la toma de contacto con la pista, la aeronave contactó con el tren de aterrizaje principal y con el de morro simultáneamente. Las imágenes grabadas muestran un impacto brusco con la pista con las tres ruedas del tren con velocidad elevada.

La velocidad superior a la recomendada contribuyó además del contacto con la pista simultáneo del tren de morro y el tren principal a que no hubiera las condiciones adecuadas para la transición suave esperable en el aterrizaje.

Las tres patas del tren soportaron simultáneamente la carga vertical del peso de la aeronave, rebotando sobre la pista en el momento de contacto y coincidiendo con el desprendimiento del conjunto de la horquilla y la rueda de morro.

En ese instante fue cuando el alumno piloto decidió realizar un "motor y al aire", confirmado así mismo por el instructor desde tierra. La decisión de frustrar el aterrizaje tras el desprendimiento de parte del tren de morro fue acertada y en el momento oportuno, actuando con celeridad e impidiendo que pudieran producirse daños mayores al alumno y/o a la aeronave.

Tras realizar varios circuitos monitorizado desde tierra por el instructor, el alumno piloto ejecutó el aterrizaje de emergencia con precisión siguiendo los procedimientos aplicables, actuando de forma coordinada cuando los servicios de emergencia del aeródromo tenían la situación y la pista controlada.

2.3. Análisis del desprendimiento de parte del tren de morro

Como se ha indicado anteriormente la aeronave sufrió daños leves, exclusivamente relativos al tren de aterrizaje de morro. Específicamente el desprendimiento de la horquilla de la rueda de morro se produjo en el momento de impacto contra la pista durante el aterrizaje frustrado, como se evidenció en la videograbación del vuelo.

El análisis de los restos del tren ha mostrado que:

1º.- no existía el extremo roscado de la pata del tren de morro, es decir, el bulón muestra el seccionamiento del extremo además de la presencia de corrosión en su superficie y desgaste.

2º.- los casquillos de acoplamiento donde se inserta el bulón de la pata, igualmente muestran falta de lubricación, corrosión y deterioro de las superficies de contacto.

3º.- la tuerca almenada y su pasador no se han encontrado, por lo que no puede constatarse su posible rotura o estado, así como del resto de las piezas del conjunto de ensamblaje[7].

4º.- los topes de la horquilla y sus dos tornillos de sujeción tampoco se encontraban en sus posiciones. Los alojamientos de estos topes son utilizados para montar la barra de remolcado de la aeronave, según se ha indicado en el apartado correspondiente a la inspección pre-vuelo. Al inicio de la jornada de vuelos debió utilizarse dicha barra, por lo que en ese momento pudo comprobarse si había algún tipo de holgura u oscilación en el conjunto. No hay evidencias de que se detectara ninguna anomalía. Considerando que la única función de estos topes es la de protección de los alojamientos, sin estar sometidos a ningún tipo de esfuerzo, cabe suponer que simplemente no estaban montados, puesto que es improbable que se soltaran los tornillos de sujeción.

La horquilla de la rueda de morro y la propia rueda se encontraban en buen estado por lo que no se considera que pudieran influir en medida alguna en el incidente, ni siquiera el deterioro o falta de lubricación mostrados en los casquillos del alojamiento del bulón, se consideran influyentes en el desprendimiento de la horquilla.

[7] Conjunto de ensamblaje: formado por la arandela de empuje, la pletina de parada, el separador, las arandelas-muelle, las arandelas planas, y la tuerca almenada con pasador (ver Figura 5).

Las evidencias indican que el mantenimiento del tren de morro no fue adecuado, al menos en lo que respecta a la prevención de corrosión en las superficies del extremo de la pata del tren y de los casquillos del alojamiento de la pata del tren.

La pata del tren de morro permaneció solidaria a la aeronave sin sufrir daños aparentes tras el aterrizaje de emergencia. Este hecho se favoreció al ejecutarse un aterrizaje retrasando al máximo el contacto con la pista cuando la aeronave tenía ya escasa velocidad, lo que permitió que no se produjeran otros daños en la aeronave.

La pata del tren de morro finalmente tras contactar con la pista absorbió junto con el tren principal todo el peso de la aeronave, siendo el bulón del extremo de la pata el que sufrió el rozamiento directo con el asfalto como evidenciaron las huellas identificadas en el mismo.

Como se constató tras el incidente, el extremo roscado del bulón de unión de la pata del tren de morro y la horquilla de la rueda, había desaparecido. Dado que era el elemento de sujeción de la horquilla del tren, se deduce que debió desaparecer o en el momento del aterrizaje frustrado y primer contacto con la pista o durante el aterrizaje de emergencia en el segundo contacto con la pista.

El día del suceso la aeronave realizó nueve operaciones de despegue y aterrizaje previos al del incidente. Todas ellas con normalidad, sin notificarse ninguna incidencia o comunicar alguna anomalía.

Por ello cabe suponer que hasta el momento del décimo despegue del día, el tren de morro se encontraba operativo. El despegue se realizó con normalidad, así como el vuelo, por lo tanto, fue en el momento del intento de aterrizaje cuando se puso de manifiesto el problema con el tren de morro. Específicamente en el momento de su contacto con la pista, cuando la aeronave rebotó contra el asfalto al impactar con ambos trenes de aterrizaje a la vez, produciéndose el desacoplamiento de la horquilla del tren con la rueda de morro. Este impacto fue en consecuencia determinante para el incidente. Al realizarse una rotación positiva rápida frustrando el aterrizaje se evitaron daños mayores.

Además del contacto brusco con la pista también se considera determinante que se realizará la aproximación a la pista con mayor velocidad de la recomendada según los testimonios recogidos. Según se aprecia en las videograbaciones se muestra cierta precipitación en la operación no ejecutándose adecuadamente al contactar con ambos trenes de aterrizaje en lugar de seguir el procedimiento normal de contactar primero con el tren principal y finalmente contactar con el tren de morro.

No obstante, si el tren de morro hubiera estado en buenas condiciones, dadas las circunstancias en las que se realizó la aproximación, hubiera soportado presumiblemente las cargas adicionales que supusieron el contacto simultáneo con la pista de ambos

trenes de aterrizaje, realizando una "toma dura" objeto de posterior inspección específica, pero sin necesidad de frustrar el aterrizaje. Se considera que la brusquedad de la toma contribuyó al desprendimiento de la horquilla del tren en el aterrizaje pero que no fue la causa raíz del incidente.

Dado el buen estado general del conjunto de la horquilla cabe deducir que este se desprendió con facilidad de lo que se infiere que tuvieron que ser los elementos de sujeción los que no estaban ejerciendo adecuadamente su función.

Los elementos de sujeción eran el extremo roscado del bulón de acoplamiento de la horquilla de la rueda con la pata del tren, y la fijación del conjunto de ensamblaje mediante la tuerca almenada con su pasador. Por lo tanto, los elementos involucrados en el desacoplamiento fueron:

1. el extremo roscado del bulón de la pata del tren, y
2. la tuerca almenada y su pasador.

Considerando lo anterior, se identifican como posibles causas del desprendimiento del conjunto de la horquilla del tren de morro a las siguientes:

1.- por rotura del extremo roscado del bulón de la pata del tren: que sirve para sujetar mediante una tuerca almenada y su pasador, el conjunto de la horquilla de la rueda, a la pata del tren.

Se ha evidenciado su seccionamiento según los restos analizados. Considerando que este elemento ha sido objeto de revisión temporal del AMM con fecha posterior al suceso, al constatarse la presencia de grietas por fatiga en el material, en trenes de aterrizaje con más de 2000 horas de vuelo, como es el caso, cabe presuponer que este elemento no se encontraba en buen estado y que no fue identificado en las revisiones de mantenimiento programadas, por lo que la propia rigidez del tren y una "toma dura" a velocidad mayor de la recomendada, pudo favorecer la rotura del mismo en el momento de contacto con la pista, y el consecuente desacoplamiento instantáneo de la horquilla del tren.

El desgaste posterior del bulón seccionado, al rodar en la pista durante el aterrizaje de emergencia, no permitió identificar el tipo de rotura del extremo roscado, solo se evidenciaron indicios de corrosión en el resto de su superficie.

2.- por rotura o desprendimiento de la tuerca almenada y su pasador:

a) por rotura: es improbable que se rompiera la tuerca de acero inoxidable al no ser un punto de impacto. Si el pasador de seguridad se hubiera roto, soltado o no hubiera estado instalado, considerando el breve vuelo realizado, si la tuerca hubiera estado ajustada con el par de apriete adecuado, es improbable su aflojamiento, incluso en el caso de que algún otro elemento como arandelas u otras

piezas del conjunto de ensamblaje se hubieran roto, y se hubieran producido vibraciones adicionales que lo facilitara.

b) por aflojamiento y desprendimiento de la tuerca: si esto se hubiera producido, el conjunto de la horquilla se habría desacoplado de la pata del tren, y el extremo roscado de la pata se habría seccionado por impacto contra la pista durante el aterrizaje de emergencia.

Considerando que el contacto de la pata de morro con la pista se retrasó al máximo y cuando la aeronave ya casi no tenía velocidad, de manera que la pata del tren de morro se posó sin apenas rodadura ni rozamiento contra el asfalto cubierto de espuma, cabe suponer que para que se seccionara el extremo roscado en estas condiciones, el material del mismo se debía encontrar debilitado.

Si se produjo el desprendimiento de la tuerca, tuvo que producirse por rotura o inexistencia del pasador de seguridad dado que este pasador impide el aflojamiento de la tuerca, por bloqueo de su giro. Además de producirse en confluencia con un par de apriete inadecuado, puesto que, si estuviera adecuadamente ajustada, en el breve vuelo realizado hubiera sido improbable que se aflojara.

No obstante, las sucesivas operaciones realizadas, un total de 127 aterrizajes desde la última revisión de mantenimiento en tan solo siete días, pudieron provocar vibraciones adicionales que contribuyeran a su aflojamiento y que en el momento del impacto produjeran su desprendimiento.

Como consecuencia de lo anterior, cabe suponer que la causa del incidente podría atender a dos diferentes hipótesis, ninguna de ellas constatable:

1ª hipótesis: que el desacoplamiento del conjunto de la horquilla de la rueda de morro junto con los elementos de ensamblaje de la pata del tren, debió producirse por la rotura o seccionamiento del extremo roscado del bulón de la pata, en el momento del impacto contra la pista durante el aterrizaje frustrado.

Esta hipótesis se considera probable dados los cambios implementados en el AMM por el fabricante de la aeronave, tras los hallazgos de presencia de fatiga en el extremo de la pata del tren de morro, especialmente en aeronaves con más de 2000 horas de vuelo, como es el caso del suceso, o en aeronaves con menos horas pero que han sufrido "tomas duras" o aterrizajes en campos irregulares.

Aunque los cambios implementados en el AMM están específicamente relacionados con el radio de pivote y no con el extremo roscado, la pieza en su conjunto es susceptible de fatiga.

Por lo tanto, se considera coherente con las evidencias del suceso, que el extremo roscado de la pata del tren pudiera estar afectado por fatiga del material o en mal estado,

y que el gran número de ciclos en pocas horas de vuelo junto con una "toma dura" a mayor velocidad de la recomendada, hubieran precipitado el seccionamiento del extremo roscado y por tanto el desprendimiento de la horquilla de la rueda del tren.

2ª hipótesis: que el desacoplamiento del conjunto de la horquilla de la rueda de morro junto con los elementos de ensamblaje de la pata del tren, debió producirse por la rotura o aflojamiento de la tuerca almenada y su pasador, con la consideración de que la tuerca debió montarse con un par de apriete inadecuado y el pasador debió romperse, soltarse o simplemente no estar instalado. En este caso, la rotura del extremo roscado tras el contacto con la pista se debió producir durante el aterrizaje de emergencia.

Esta segunda hipótesis se considera menos probable dado que se presupone que el par de apriete de la tuerca no fue adecuado y que el pasador de seguridad no ejerció su función, además de que se tuvieron que producir vibraciones que afloran la tuerca en sucesivos vuelos desde la última revisión de mantenimiento hasta que la toma brusca del incidente provocara el desprendimiento definitivo. En cualquier caso, nada de esto se ha podido constatar ni existen precedentes que justifiquen la probabilidad de su ocurrencia.

2.4. Análisis del mantenimiento del tren de morro

Según la información proporcionada a través de los registros de mantenimiento proporcionado por la organización responsable Parte 145, las inspecciones programadas fueron realizadas de acuerdo al programa de mantenimiento aprobado. Por tanto, todas las tareas realizadas relativas al tren de morro han sido analizadas en detalle dado que una actuación inadecuada en alguna de ellas pudo contribuir o causar el incidente.

La presencia de corrosión en los casquillos de acoplamiento de la horquilla y la pata del tren, así como del extremo roscado del bulón de acoplamiento de la pata, tuvo que detectarse en las revisiones de mantenimiento realizadas. En particular en la última actuación realizada el 13/04/18, a menos de un mes del incidente, el estado de corrosión y desgaste tenía que estar ya presente. En esta inspección que correspondía a una revisión de 200 horas, específicamente se desmontó la horquilla del tren, por lo que todos los elementos del conjunto de sujeción tuvieron que ser revisados, así como también tuvo que revisarse el estado particular del extremo roscado de la pata que tras el incidente se encontró seccionado. Según el análisis del apartado anterior, ha quedado patente que el mantenimiento no debió detectar la presencia de corrosión o al menos no la dejó anotada en las órdenes de trabajo. Tampoco se apreció una lubricación adecuada, que durante las labores de mantenimiento también tuvo que realizarse.

No obstante, aunque hubiera habido indicios de fatiga en el extremo roscado de la pata del tren (de lo que no se tienen evidencias), ninguna tarea específica en el programa de mantenimiento requería una inspección profunda y no solo una visual, por lo que no pudo ser detectado de forma preventiva. Cabe suponer, al menos documentalmente,

que las revisiones de mantenimiento se realizaron adecuadamente y conforme al programa de mantenimiento aprobado y al AMM vigente en el momento del suceso.

También debió realizarse el ajuste de la fricción de la dirección en el tren de morro. Esta operación supone específicamente la comprobación del ajuste del bulón mediante la tuerca almenada y el pasador que sujeta la tuerca, por lo tanto, si alguno de los elementos se encontraba en mal estado debió detectarse durante la revisión, y si su estado era aceptable, no obstante, potencialmente se consideran elementos susceptibles de haber sido ajustados inadecuadamente al haber sido elementos objeto de revisión y manipulación por personal de mantenimiento.

Como consecuencia de lo anterior, durante la investigación se ha puesto de manifiesto que los elementos identificados como causantes o contribuyentes del incidente, fueron precisamente elementos inspeccionados en las últimas revisiones de mantenimiento realizadas.

Durante la revisión de 50 h realizada el 03/05/18, tan solo seis días antes del incidente, no se realizó ninguna revisión del tren de morro ya que el AMM no lo exigía, pero es destacable que la aeronave al ser una aeronave de escuela, en tan solo siete días, incluido el día del incidente, había hecho 35 horas de vuelo y 127 aterrizajes. Según esta información se induce que las aeronaves de escuela con mayor probabilidad que el resto, someten a mayores esfuerzos al tren de aterrizaje, por lo que sería deseable que se contemplara una revisión de mantenimiento adicional en función del número de ciclos que realiza de forma efectiva la aeronave, de manera que pudiera asegurarse que el estado del tren de aterrizaje fuera siempre el adecuado.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El alumno piloto de la aeronave se encontraba completando la fase práctica de formación para la obtención de la licencia de piloto privado (PPL), habiendo superado la fase teórica.
- Disponía de una autorización emitida por la escuela de formación para "vuelo solo" con fecha 09/05/2018 para la realización del vuelo de "suelta".
- El alumno piloto disponía de un certificado médico de clases 1, 2 y LAPL válido y en vigor.
- La experiencia del alumno piloto era de 24 horas 25 minutos de vuelo, en la aeronave del suceso.
- El instructor poseía licencia de piloto comercial (CPL) con habilitación SEP (land) de monomotores de pistón y MEP (land) de multimotores de pistón, así como de instructor de vuelo de avión FI(A), CPL, PPL, SEP IR NIGHT válidas y en vigor.
- El instructor disponía de un certificado médico de clases 1, 2 y LAPL válido y en vigor.
- La experiencia del instructor era de 700 horas de vuelo, de las cuales 440 horas eran en la aeronave del suceso.
- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo visual.
- El piloto resultó ileso y pudo salir de la aeronave por sus propios medios.
- La aeronave sufrió daños solo en el tren de aterrizaje de morro.
- La aeronave fue construida en 2004, matriculada el 14/09/2017 y con un registro acumulado de tiempo de vuelo de 2612 horas 45 minutos.
- El mantenimiento de la aeronave era realizado por una organización EASA Parte 145 aprobada, certificada también como organización de Gestión del Mantenimiento de la Aeronavegabilidad.
- La aeronave es propiedad y está operada por una escuela de pilotos privado con aprobación de AESA como organización de formación certificada EASA-ATO.
- La aeronave disponía del certificado de aeronavegabilidad válido y en vigor para realizar la operación. Este certificado fue renovado por última vez el 13/03/2018 con validez hasta el 12/03/2019.
- Se intentó realizar un aterrizaje a velocidad de 65 KIAS durante la aproximación final, siendo 55 KIAS la velocidad establecida por el fabricante de la aeronave en su manual de vuelo.
- En el momento del incidente, se estableció contacto simultáneo con la pista del tren principal y el tren de morro, realizando una lo que podría considerarse una "toma dura".

- Durante el incidente se produjo el desacoplamiento de la horquilla de la rueda del tren de morro.
- El aterrizaje frustrado fue realizado tras producirse el desacoplamiento de la horquilla del tren de morro, tras contactar con la pista con ambos trenes de aterrizaje simultáneamente a velocidad superior a la recomendada.
- Se realizó un aterrizaje de emergencia con la pata del tren de morro sin rueda.
- El aterrizaje de emergencia fue ejecutado adecuadamente sin producir daños ni al piloto ni a la aeronave.
- Las dos últimas revisiones de mantenimiento programado se realizaron el 13/04/2018, correspondiente a una revisión de 200 horas, y el 03/05/2018 a una revisión de cicuenta horas. En la primera fueron revisados los elementos considerados determinantes del incidente. En la segunda no fueron revisados ninguno de ellos.
- El centro de mantenimiento responsable de la aeronave disponía de registros que documentaban la cumplimentación de las revisiones requeridas en el programa de mantenimiento, confirmando la implementación de todos los SB's, SIL's, etc., aplicables.
- El fabricante de la aeronave implementó una modificación del AMM, posterior a la fecha del incidente, incluyendo una inspección adicional LPI en el bulón de la pata del tren de morro tras hallazgos de desacoplamientos de la horquilla del tren de morro por rotura del material del bulón por fatiga, en trenes de morro con más de 2000 horas de vuelo o "tomas duras".
- Durante la investigación se ha puesto de manifiesto que los elementos identificados como causantes o contribuyentes del incidente, fueron precisamente elementos inspeccionados en las últimas revisiones de mantenimiento realizadas.
- Los casquillos de alojamiento del bulón de la pata del tren de morro mostraban indicios de corrosión y falta de lubricación.
- El extremo roscado del bulón de la pata del tren de morro estaba seccionado tras el incidente.
- Los elementos de sujeción de la horquilla y la pata del tren de morro no se encontraron.
- La aeronave realizó 127 aterrizajes en siete días incluyendo el día del incidente, en 35 horas de vuelo.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación del suceso ha determinado que la causa del incidente fue el desprendimiento del acoplamiento de la horquilla de la rueda de morro, al contactar con la pista en un aterrizaje duro, cuando el alumno piloto iniciaba el aterrizaje, obligándole a frustrar la maniobra.

Se consideran como posible factor contribuyente al incidente:

- El contacto simultáneo del tren principal y el tren de morro con la pista a velocidad superior a la recomendada, suponiendo un sobreesfuerzo ejercido sobre el tren de morro.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 26/19 Se recomienda al fabricante DIAMOND AIRCRAFT INDUSTRIES, INC. que incluya como criterio determinante en la realización de revisiones programadas de mantenimiento de la aeronave DA-20-C1, el número de ciclos de despegues/aterrizajes realizado por la aeronave, además de los establecidas en función del número de horas de vuelo o períodos transcurridos.