Informe técnico

A-051/2021

Accidente ocurrido el día 28 de octubre de 2021, a la aeronave SOCATA TB-10, matrícula EC-FTG, operada por Adventia European Aviation College S.A., en el aeropuerto de Salamanca (Salamanca)

El presente informe no constituye la edición en formato imprenta, por lo que puntualmente podrá incluir errores de menor entidad y tipográficos, aunque no en su contenido. Una vez que se disponga del informe maquetado y del Número de Identificación de las Publicaciones Oficiales (NIPO), se procederá a la sustitución del avance del informe final por el informe maquetado.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Advertencia

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

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.6 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SUBSECRETARÍA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

INDICE

Advertencia ii
INDICE iii
ABREVIATURAS iv
Sinopsis 6
1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS 7
1.1. Reseña del accidente 7
1.2. Lesiones a personas 8
1.3. Daños sufridos por la aeronave 8
1.4. Otros daños 8
1.5. Información sobre el personal 8
1.6. Información sobre la aeronave 8
1.7. Información meteorológica 13
1.8. Ayudas para la navegación 14
1.9. Comunicaciones 14
1.10. Información de aeródromo 14
1.11. Registradores de vuelo 14
1.12. Información sobre los restos de la aeronave 17
1.13. Información médica y patológica 18
1.14. Incendio 18
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 18
1.16. Ensayos e investigaciones especiales 18
1.17. Información orgánica y de dirección 26
1.18. Información adicional 26
1.19. Técnicas de investigación especiales 27
2. ANALISIS 28
2.1. Análisis de la aproximación y del aterrizaje 28
2.2. Análisis de las huellas dejadas por la aeronave en la pista 29
2.3. Análisis de la rotura del soporte. 29
2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave efectuado por el centro de mantenimiento. 30
3. CONCLUSION 32
3.1. Constataciones 32
3.2. Causas / Factores contribuyentes 32
4. RECOMENDACIONES 33

ABREVIATURAS

AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Sobre el nivel del terreno (above ground level)
ATPL	Licencia de piloto de transporte de línea aérea (airline transport pilot licence)
ºC	Grados centígrados
CAMO	Organización de gestión de mantenimiento de la aeronavegabilidad (continuing airworthiness management organization)
CTR	Zona de control (control zone)
EASA	Agencia Europea de Seguridad Aérea (European Union Aviation Safety Agency)
F1	EASA form 1
ft	Pie(s) – Foot (feet)
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición (global positioning system)
h	Hora(s)
hPA	Hectopascal(es)
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)(Knot(s))
LT	Hora local (local time)
m	Metro/s
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
MHz	Megahercio(s)
min	Minuto/s

M.P.	Medio propio
msnm	Metros sobre el nivel del mar
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra (reglaje de precisión para indicar la elevación por encima del nivel medio del mar)
S.A.	Sociedad anónima
S.M.E.	Sociedad mercantil estatal
S/N	Número de serie (serial number)
SSEI	Servicio de salvamento y extinción de incendios
TSN	Tiempo desde nuevo (time since new)
TSO	Tiempo desde revisión mayor (time since overhaul)
VFR	Reglas de vuelo visual (Visual flight rules)
UTC	Tiempo universal coordinado (Coordinated universal time)

Informe técnico
A-051/2021

Propietario y Operador:	Propietario: Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica (SENASA) S.M.E. M.P. S.A. Operador: Adventia European Aviation College S.A.
Aeronave:	SOCATA TB-10, matrícula EC-FTG (España).
Fecha y hora del accidente:	28 de octubre de 2021, 12:56 LT[1].
Lugar del accidente:	Aeropuerto de Salamanca (Salamanca).
Personas a bordo:	1 (tripulación).
Tipo de operación:	Aviación general – vuelo de instrucción – solo.
Fase de operación:	Aterrizaje.
Reglas de vuelo:	VFR.
Fecha de aprobación:	30 de noviembre de 2022.

Sinopsis

Resumen:

El día 28 de octubre de 2021 sobre las 10:18 h, la aeronave SOCATA TB-10 con matrícula EC-FTG despegó del aeropuerto de Salamanca con un alumno piloto como único ocupante a bordo. El propósito de la operación era llevar a cabo un vuelo de instrucción consistente en un vuelo de navegación por el CTR de Valladolid con vuelta al aeropuerto de Salamanca.

En el momento de la toma, la aeronave rebotó bruscamente al tocar la pista, levantando mucho el morro, seguido de más rebotes, cada vez más bruscos. Finalmente, el tren de morro colapsó y la aeronave deslizó por la pista hasta detenerse junto a la faja lateral izquierda.

A consecuencia del accidente, se produjeron daños importantes en la pata del tren de morro, en el soporte del tren de morro, en la hélice, en la bancada del motor, en el carenado de la rueda de morro y en el carenado inferior del motor.

El piloto resultó ileso y pudo evacuar la aeronave por sus propios medios.

Se considera como causa probable del accidente la realización de una inadecuada ejecución del aterrizaje, lo cual llevó a un impacto brusco del tren de morro con la pista.

El informe contiene una recomendación de seguridad dirigida a la escuela de vuelo Adventia European Aviation College S.A. y una medida adoptada en cuestión de seguridad operacional por la organización de gestión del mantenimiento SENASA que se considera satisfactoria.

[1] Todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local (LT). Para obtener la hora UTC equivalente, se han de restar 2 horas a la hora local.

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El día 28 de octubre de 2021 sobre las 10:18 h, la aeronave SOCATA TB-10 con matrícula EC-FTG despegó del aeropuerto de Salamanca con un alumno piloto como único ocupante a bordo. El propósito de la operación era llevar a cabo un vuelo de instrucción.

Antes de la realización del citado vuelo, el alumno piloto llevó a cabo una revisión exterior de la aeronave, en particular, de las partes visibles de los trenes de aterrizaje principal y de morro, sin encontrar nada reseñable.

Acto seguido, llevó a cabo el despegue con normalidad, procediendo a continuación con el vuelo de instrucción. El vuelo consistió en una navegación por el CTR de Valladolid durante aproximadamente 2 horas y media, seguido del regreso al aeropuerto de Salamanca.

Con relación a la aproximación al aeropuerto, el alumno entró por el punto N1 a 3400 pies y se incorporó al circuito de aeródromo en el tramo de viento en cola para aterrizar por la pista 21.

En base a la información proporcionada por el alumno piloto, en el tramo de viento en cola realizó la lista de chequeo correspondiente, ajustando la velocidad por debajo de 95 kt, poniendo el primer punto de flap y manteniendo 3200 ft. En el tramo de base ajustó la velocidad a 85 kt y mantuvo 3200 ft. Durante el tramo final del circuito, configuró la aeronave con full flap, estableció 80 kt de velocidad, 400-500 ft/min de velocidad vertical y 12 pulgadas de potencia. Dado que percibió un ligero viento que provenía de su derecha, orientó los cuernos al viento[2] durante el último tramo del circuito.

Cuando pasó por encima del umbral de la pista 21, cortó gases y procedió con la recogida, tomando un poco antes del punto de visada. Al tocar la pista, el alumno percibió que la rueda de morro se hundía más de lo normal hasta que la aeronave rebotó bruscamente, levantando mucho el morro, seguido de varios rebotes más, cada vez más bruscos, provocando el colapso del tren de morro. Asimismo, durante los rebotes, la aeronave se iba inclinando hacia la izquierda.

Finalmente, la aeronave se detuvo junto a la faja lateral izquierda de la pista.

A consecuencia del accidente, se produjeron daños importantes en la pata del tren de morro, en el soporte del tren de morro, en la hélice, en la bancada del motor, en el carenado de la rueda de morro y en el carenado inferior del motor.

El piloto resultó ileso y pudo evacuar la aeronave por sus propios medios.

[2] "Cuernos al viento, pie al contrario". Con esta expresión se definen las actuaciones que se han de aplicar sobre los controles de una aeronave a fin de aplicar una de las técnicas existentes para conseguir contrarrestar los efectos de un viento cruzado durante la aproximación y el aterrizaje. Cuando se gira el volante de control (cuernos) hacia la dirección de donde viene el viento, el plano de barlovento baja, contrarrestando la fuerza del viento con la componente horizontal de la sustentación generada en el alabeo. Con esto se impide que el viento desvíe a la aeronave de la trayectoria deseada (alineada con el eje de la pista). Al mismo tiempo, para contrarrestar la tendencia de la aeronave a girar hacia el lado al que se gira el volante de control, se ha de accionar el pedal contrario a fin de mantener el eje longitudinal de la aeronave alineado con el eje de la pista.

1.2. Lesiones a personas

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

Tabla 1: Lesiones a personas a consecuencia del accidente.

1.3. Daños sufridos por la aeronave

A consecuencia del accidente, se produjeron daños importantes en la pata del tren de morro, en el soporte del tren de morro, en la hélice, en la bancada del motor, en el carenado de la rueda de morro y en el carenado inferior del motor.

1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños.

1.5. Información sobre el personal

El día del suceso, el alumno piloto contaba con 22 años y se encontraba realizando el curso integrado de piloto de transporte de línea aérea (ATPL).

Asimismo, estaba en posesión del reconocimiento médico de clase 1, en vigor hasta el 2 de octubre de 2022.

Hasta el momento del suceso, el alumno piloto tenía acumulada una experiencia total de vuelo de 92:30 h, todas ellas realizadas en la aeronave SOCATA TOBAGO TB10, de las cuales 52:45 h había volado solo.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Aspectos generales sobre la aeronave

- Marca: SOCATA
- Modelo: TOBAGO TB10
- Año de fabricación: 1993
- Número de serie: 1570
- Masa máxima al despegue: 1150 kg.
- Tipo de motor: Lycoming O-360-A1AD
- Información relativa al operador: Adventia European Aviation College S.A.

La aeronave SOCATA TOBAGO TB10 con matrícula EC-FTG y número de serie 1570 es una aeronave monomotor de ala baja. Está equipada con un motor Lycoming O-360-A1AD, de cuatro tiempos capaz de desarrollar una potencia de 180 caballos, compuesto por cuatro cilindros opuestos dos a dos, y con una hélice bipala de paso variable Hartzell HC-C2YK-1BF.

El tren de aterrizaje es fijo de tipo triciclo. El freno es de tipo diferencial. Dispone de freno de estacionamiento.

La aeronave tiene una envergadura de 9,89 metros, una longitud de 7,75 metros y una altura de 3,02 metros.

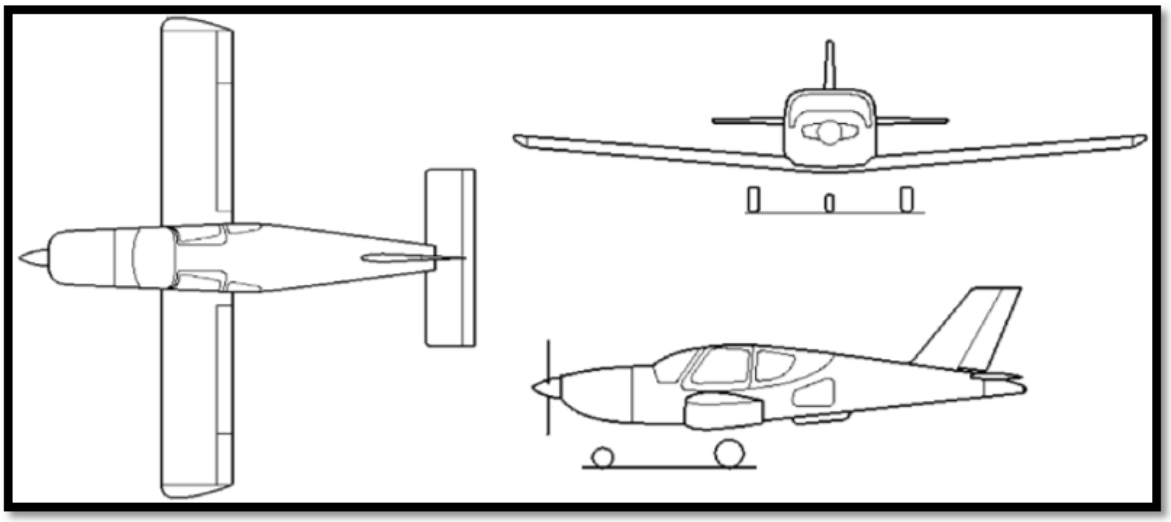

Figura 1: Vistas de la aeronave SOCATA TOBAGO TB 10.

En el momento del accidente, la célula tenía 11733 h y 40 min de vuelo, y el motor contaba con 1247 h y 35 min de funcionamiento desde la última revisión general.

La aeronave tenía el certificado de revisión de la aeronavegabilidad y el certificado de matrícula en vigor hasta el 7 de julio de 2022 y hasta el 30 de septiembre de 2022 respectivamente.

1.6.2. Aspectos relacionados con la estructura del tren de morro de la aeronave

Los elementos principales del tren de morro de la aeronave, los cuales están representados y numerados en la figura 2 de más abajo, son los siguientes:

- Pata (1).
- Amortiguador (2), el cual está situado en el interior de la pata.
- Soporte del tren (3), el cual está compuesto por tubos huecos de acero soldados entre sí. El soporte va unido al mamparo cortafuegos mediante 4 pletinas (4.1 y 4.2).
- Semi-horquilla (5), la cual une la pata con el eje de la rueda.
- Tijeras (6), las cuales permiten la conexión entre la pata y la semi-horquilla al final del amortiguador.

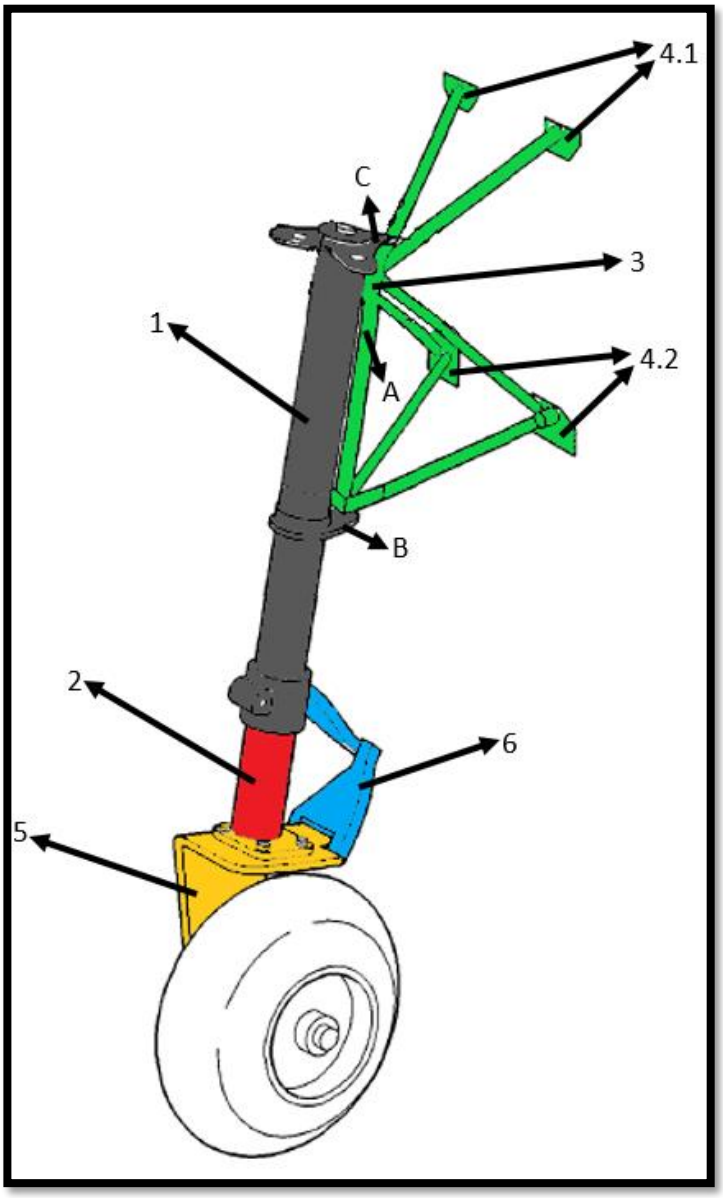

Figura 2: Estructura del tren de morro.

4.1

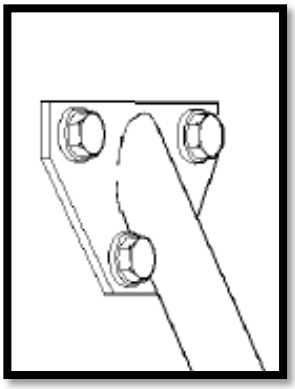

Figura 3: Detalle pletinas superiores.

4.2

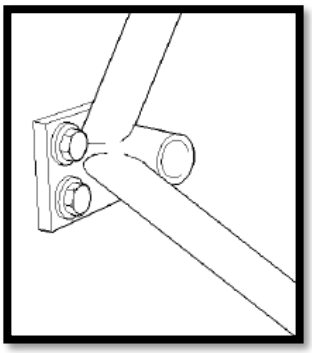

Figura 4: Detalle pletinas inferiores.

La pata de morro de la aeronave (1) está sujeta y articulada al soporte del tren de aterrizaje (3) mediante un eje que atraviesa el interior de uno de los tubos del soporte del tren de aterrizaje (A), el cual asimismo va atornillado a un orificio de una pletina de la pata (B) y fijada con un circlip a un orificio de otra pletina de la pata (C).

Todo el conjunto anterior va unido al mamparo cortafuegos de la aeronave por medio de dos pletinas superiores (4.1) y dos pletinas inferiores (4.2).

Las pletinas superiores (4.1), las cuales van unidas al cuerpo del soporte del tren de aterrizaje de morro mediante un tubo largo, van atornilladas al mamparo cortafuegos por medio de 3 tornillos.

Las pletinas inferiores (4.2), las cuales van unidas al cuerpo del soporte del tren de aterrizaje de morro mediante dos tubos largos, los cuales a su vez van soldado a un tubo corto que nace de la pletina, van atornilladas al mamparo cortafuegos por medio de 3 tornillos.

1.6.3. Aspectos relacionados con el mantenimiento del soporte del tren de morro de la aeronave

1.6.3.1. Directrices para el mantenimiento del soporte del tren de morro de la aeronave

En base a la información que el fabricante de la aeronave proporciona en el manual de mantenimiento, se deben llevar a cabo una serie de tareas de revisión planificadas sobre el soporte del tren de morro de la aeronave según los siguientes intervalos de tiempo[3]:

- 100 horas.
- 2000 horas.
- Anual.

En particular, las tareas de mantenimiento que se han de realizar sobre el soporte del tren de aterrizaje de morro son las siguientes:

TAREA	FRECUENCIA
1. Inspeccionar visualmente la existencia de grietas en el soporte del tren de aterrizaje de morro.	100 horas. Anual*.
2. Inspeccionar concienzudamente todo el soporte del tren de aterrizaje de morro. Inspeccionar la existencia de grietas y distorsiones en las uniones con líquidos penetrantes. Comprobar que no existen interferencias. Consultar el apartado 32-20-01 201 del manual de mantenimiento.	2000 horas.
3. Comprobar que el soporte del tren de aterrizaje de morro está correctamente sujeto al mamparo cortafuegos. Comprobar que las marcas rojas están alineadas.	100 horas. Anual*. 2000 horas.

**En el manual se indica que esta tarea no se haga si se ha llevado a cabo una inspección de 100 horas en los últimos tres meses, a menos que la inspección anual reemplace la inspección de 100 horas.*

Cabe destacar que todas las anteriores tareas estaban contempladas en el programa de mantenimiento del centro de mantenimiento.

Por otro lado, existe un apartado en la sección 04-00-00 del manual de mantenimiento de la aeronave en el que se indica que la vida útil del soporte del tren de aterrizaje de morro es de 10000 horas. Esta limitación es fruto de la siguiente directiva de aeronavegabilidad publicada por EASA:

Código:	AD 2007-0034.
Emisor:	EASA.
Fecha emisión:	Febrero de 2007.
Título:	Nueva vida límite para el soporte del motor y del tren de aterrizaje de morro.
Aplicabilidad:	Todas las aeronaves modelo TB 9, TB 10 y TB 200.

[3] Sólo se mencionan aquellas revisiones programadas que implican la revisión de elementos del tren de morro de la aeronave.

Motivo:	El objetivo de esta directiva de aeronavegabilidad es el introducir un nuevo tiempo de vida límite para el soporte del motor y del tren de aterrizaje de morro instalados en las aeronaves EADS SOCATA TB 9, TB 10 and TB 200, tal y como se define en la sección actualizada "limitaciones de aeronavegabilidad" del manual de mantenimiento de la aeronave. Esta directiva de aeronavegabilidad implica el establecimiento de una vida límite de 10000 horas para para el soporte del motor y del tren de aterrizaje de morro.

Por último, se tienen actuaciones de mantenimiento no programado en circunstancias especiales, por ejemplo, los derivados de las anotaciones de defectos en el libro de vuelos de la aeronave.

1.6.3.2. Documentación relacionada con el mantenimiento del soporte del tren de morro de la aeronave facilitada por el mantenedor de la aeronave.

Se recibió del mantenedor de la aeronave la siguiente información relativa al historial reciente de mantenimiento del soporte del tren de aterrizaje de morro que montaba la aeronave en el momento del accidente (soporte con S/N 486):

- El soporte con S/N 486 ingresó en el almacén del centro de mantenimiento el 03-06-2020 con un TSN de 2827:30 h y con su correspondiente F1[4] firmado con fecha 03-06-2020. Previo a su ingreso en el almacén, se llevaron a cabo unos trabajos finalizados en mayo de 2020 por los cuales se cubrían todas las tareas de revisión contempladas para el soporte del tren en la revisión de 2000 horas (revisión mayor), obteniéndose un resultado favorable, por lo cual la pieza se calificó como "en servicio". De esta manera, el soporte con S/N 486 tenía, a fecha 03-06-2020, un TSN de 2827:30 h y un TSO de 0 h.

- Con fecha 20-11-2020, el soporte con S/N 486 se sacó del almacén y se instaló en la aeronave EC-FTJ. En ese momento, la aeronave EC-FTJ tenía acumuladas 10689:00 h de vuelo.

- Con fecha 12-01-2021, la aeronave EC-FTJ tuvo un accidente[5] que la dejó inoperativa. En el momento del accidente, la aeronave EC-FTJ tenía acumuladas 10722:35 h de vuelo.

- Debido a una toma dura con fecha 02-06-2021 sufrida por la aeronave EC-FTG, se llevó a cabo una inspección en la que se concluyó que, debido al impacto, el soporte de tren de morro que montaba en ese momento (S/N 20085) no era aeronavegable. Por lo tanto, y con fecha 09-06-2021, se sustituyó este soporte del tren de morro por el soporte con S/N 486, el cual provenía de la EC-FTJ. Cuando se desinstaló de la EC-FTJ para instalarlo en la EC-FTG, se le hizo previamente una inspección visual consistente en una revisión de 100 horas. En ese momento, la aeronave EC-FTG contaba con 11513:10 h de vuelo.

[4] EASA Form 1: Documento generado por una organización de mantenimiento que certifica que un producto o un componente está en condiciones aeronavegables.
[5] A-001/2021.

- La aeronave con matrícula EC-FTG montó ese soporte de tren de morro (S/N 486) hasta el día del accidente objeto de este informe. Ese día, la aeronave EC-FTG acumulaba 11733:40 h de vuelo.

- En cuanto a la última revisión de mantenimiento antes del accidente del soporte del tren de aterrizaje de morro que montaba la aeronave en el momento del accidente (S/N 486), fue una revisión de 100 horas realizada el día 15-10-2021, cuando la aeronave contaba con 11.712:45 h de vuelo y 25.340 tomas. En esta revisión no se reflejó ninguna discrepancia respecto al mismo ni respecto a ninguno de los componentes del tren de aterrizaje de morro.

Por último, cabe indicar que, en base a los registros del libro de vuelos de la aeronave, solo constaba una incidencia relacionada con el tren de aterrizaje de morro, la cual estaba asociada a un uso y desgaste normal (amortiguador de morro bajo) y que la aeronave no tenía ningún diferido el día del suceso.

1.6.3.3. Seguimiento por parte del centro de mantenimiento de los trabajos de mantenimiento en el soporte del tren de morro de la aeronave facilitada por el mantenedor de la aeronave.

SENASA CAMO gestiona el mantenimiento de la aeronave mediante un documento. Este documento contempla todas las acciones repetitivas del programa de mantenimiento (revisión de 100 horas, revisión de 2000 horas, revisión anual, etc.), los elementos rotables con vida límite (tuberías del sistema de combustible, etc.), las directivas de aeronavegabilidad, etc.

Para cada una de las entradas de este documento, se tiene, entre otros datos, fecha y horas de la aeronave de la última vez que se realizó la tarea, cuándo se ha de hacer de nuevo la tarea, etc.

Con relación al soporte de la pata de morro en particular, existe una entrada con relación al seguimiento de la directiva referida anteriormente.

1.7. Información meteorológica

El informe METAR proporcionado por el aeropuerto correspondiente a la hora más próxima a la que ocurrió el accidente proporcionaba la siguiente información:

Hora y fecha	11:00 UTC del 28 de octubre de 2021.
Viento	Dirección del viento 250º con una intensidad de 10 nudos. La dirección del viento es variable entre 210º y 300º.
Visibilidad	Mayor de 10 km. Sin nubes.
Temperatura	18 ºC.
QNH	1018 hPa.
Punto de rocío	4 ºC.

Y el METAR anterior:

Hora y fecha	10:30 UTC del 28 de octubre de 2021.
Viento	Dirección del viento variable con una intensidad de 2 nudos.
Visibilidad	Mayor de 10 km. Sin nubes.
Temperatura	17 ºC.
QNH	1018 hPa.
Punto de rocío	6 ºC.

Por lo que las condiciones meteorológicas no eran limitativas para la operación

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

La Base Aérea de Matacán - Aeropuerto de Salamanca es una base aérea abierta al tráfico civil. Está situado a unos 15 km al este de la ciudad de Salamanca. Su elevación sobre el nivel del mar es de 2595 ft (791 m).

Dispone de una pista de asfalto designada como 03-21, de 2513 m de longitud y 60 m de ancho. Dispone, asimismo, de una pista cruzada designada como 08-26 para uso exclusivo militar.

Las aeronaves que entren o salgan del aeropuerto deben establecer contacto con aproximación en la frecuencia 124.400 MHz, con la torre de control en frecuencia 118.100 MHz y con rodadura en la frecuencia 121.850 MHz.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo o registrador de la voz en el puesto de pilotaje por no exigirlo la reglamentación aeronáutica pertinente.

No obstante, se ha tenido acceso a los datos de un GPS que registró el vuelo llevado a cabo por el alumno piloto. Se muestran a continuación aquellos que se consideran de interés para la investigación:

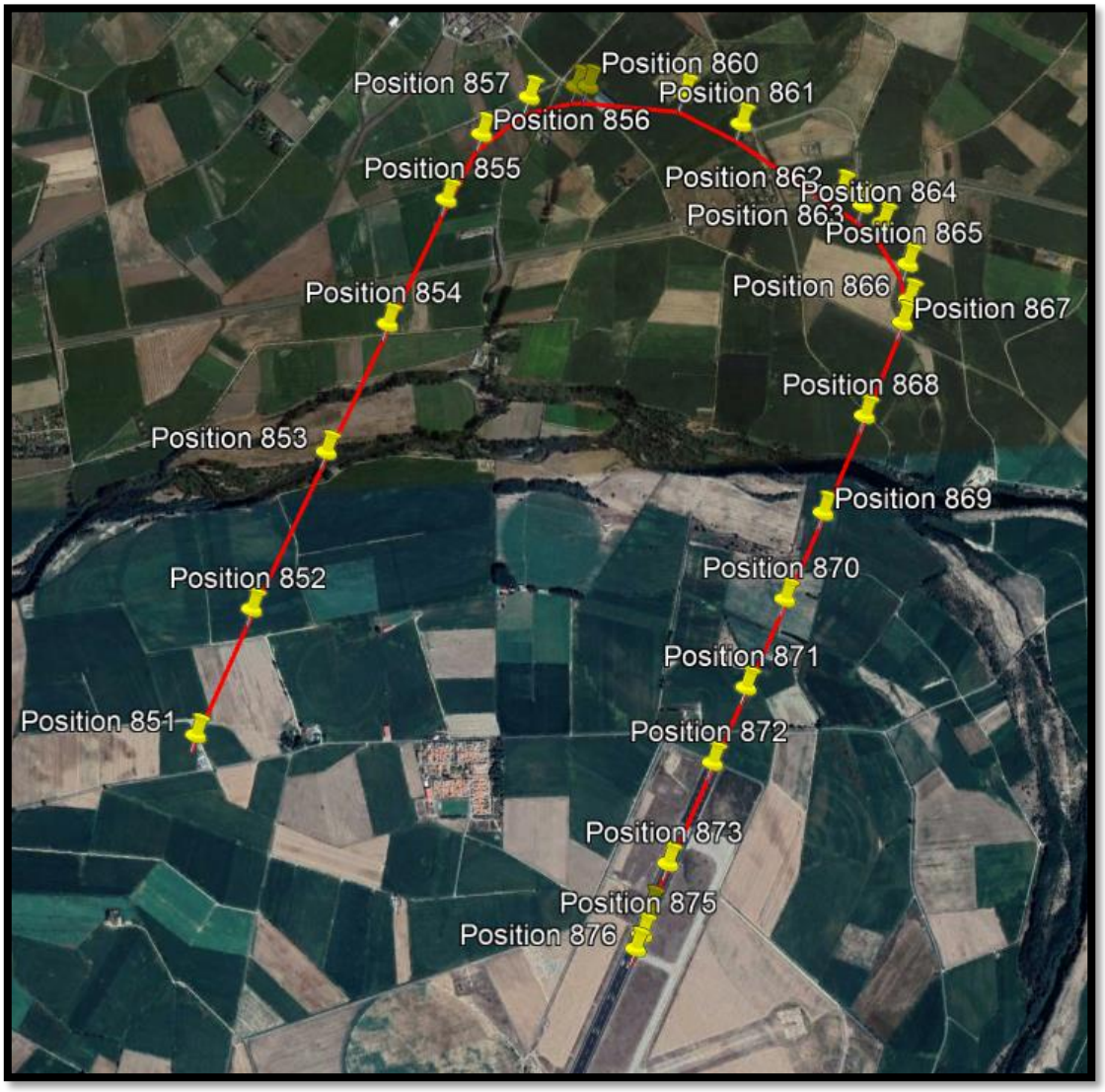

Figura 5: Trayectoria seguida por la aeronave en el tramo de aproximación y aterrizaje (1).

En base a los datos obtenidos del GPS, la aeronave despegó sobre las 10:18 h del aeropuerto de Salamanca por la pista 21, efectuó un vuelo de navegación por el CTR de Valladolid y, a sobre las 12:56 h, aterrizó en el aeropuerto de Salamanca por la misma pista.

Con relación a la aproximación y al aterrizaje, el piloto se aproximó a las inmediaciones del aeropuerto desde el oeste y se incorporó al circuito de aeródromo en el tramo de viento en cola para aterrizar por la pista 21.

Completada la fase de aproximación, la aeronave tomó tierra, aproximadamente, entre la primera señal de zona de toma de contacto y la señal de punto de visada, y recorrió unos 400 metros hasta detenerse junto a la faja lateral izquierda de la pista.

En la siguiente tabla se muestran los datos relativos a varios parámetros de interés durante la aproximación y aterrizaje de la aeronave obtenidos a partir de la traza GPS de la aeronave:

Punto	Hora	Tramo del circuito	Elevación (msnm)	Altura* (m)
851	12:53:26	Viento en cola	1017	230
852	12:53:36	Viento en cola	1015	231
853	12:53:49	Viento en cola	1005	220
854	12:54:00	Viento en cola	992	196
855	12:54:11	Viento en cola	985	191
856	12:54:17	Viento en cola	989	194
857	12:54:22	Base	991	193
858	12:54:26	Base	991	190
859	12:54:27	Base	991	189
860	12:54:35	Base	978	177
861	12:54:40	Base	960	164
862	12:54:49	Base	935	137
863	12:54:51	Base	931	136
864	12:54:53	Base	928	134
865	12:54:57	Base	929	136
866	12:55:00	Final	927	136
867	12:55:02	Final	924	133
868	12:55:11	Final	904	115
869	12:55:21	Final	884	98
870	12:55:31	Final	865	80
871	12:55:42	Final	838	52
872	12:55:51	Final	819	32
873	12:56:03	Toma	791	0
874	12:56:09	Carrera de aterrizaje	791	0
875	12:56:14	Carrera de aterrizaje	791	0
876	12:56:20	Carrera de aterrizaje	791	0

**Obtenida al restar la cota proporcionada Google Earth a la lectura del GPS*

Tabla 2: Datos del GPS en la última fase de la trayectoria seguida por la aeronave antes de aterrizar

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

Cuando el SSEI acudió al lugar del accidente, la aeronave se encontraba detenida junto a la faja lateral izquierda de la pista 21, a unos 550 metros del umbral de la cabecera. La aeronave descansaba sobre las dos ruedas del tren principal de aterrizaje y sobre el carenado de la rueda de morro, tal y como se ilustra en la siguiente imagen:

Figura 6: Estado de la aeronave tras el accidente.

Tal y como se puede observar en la anterior fotografía, la pata de morro estaba torcida hacia la derecha y hacia adelante, y la rueda girada ligeramente hacia la izquierda, vista desde la cabina. Asimismo, la hélice estaba limada en los extremos.

El resto de la aeronave mantenía su estructura y características intactas, sin mostrar daños aparentes.

Tras el accidente, la aeronave fue remolcada a un hangar y se procedió a su custodia hasta la llegada de equipo investigador. Según pudieron observar los técnicos de mantenimiento que se desplazaron hasta la aeronave para remolcarla, la pata del tren de morro estaba completamente desprendida de la aeronave.

Ya en el hangar, se observaron daños importantes en la pata del tren de morro, en el soporte del tren de morro, en la hélice, en la bancada del motor, en el carenado de la rueda de morro y en el carenado inferior del motor.

En el punto 1.16 se explican con más detalle los daños anteriores.

1.13. Información médica y patológica

No hay información relativa.

1.14. Incendio

No se encontraron rastros de incendio en vuelo o después del impacto.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

Los atalajes y sistemas de retención realizaron correctamente su función y el habitáculo de cabina mantuvo su integridad estructural.

El alumno piloto, tras declarar MAYDAY, apagó el sistema eléctrico, cerró el depósito de combustible y abandonó la aeronave por sus propios medios.

1.16. Ensayos e investigaciones especiales

1.16.1. Huellas

Se llevó a cabo una inspección de las huellas dejadas por la aeronave en la pista tras el accidente.

Las huellas encontradas en la pista que tenían relación con el accidente comenzaban en la segunda señal de zona de toma de contacto (que se corresponde, prácticamente, con el punto 874 de la traza GPS), y terminaban a la altura de la siguiente señal de zona de toma de contacto (que se corresponde con el punto 876 de la traza GPS). La distancia entre el punto inicial de las huellas y del punto final era de 169 metros.

Las huellas encontradas se iban desplazando hacia la izquierda de la pista, de manera que las últimas huellas quedaron pegadas a la faja lateral izquierda.

La siguiente figura representa lo anterior de forma esquemática:

Figura 7: Croquis de las huellas encontradas en la pista.

En cuanto a la naturaleza de las huellas encontradas, en el primer tramo se trataba de una única marca uniforme y de color gris claro, de orientación longitudinal.

Unos 5,5 metros después, la huella longitudinal anterior aparece cortada perpendicularmente por una serie de huellas que se mantienen hasta el final.

En el primer tramo de las huellas que cortan a la huella longitudinal, la distancia entre ellas es de unos 70 centímetros. Esta distancia va creciendo hasta aproximadamente 1 metro (al final de la señal de zona de toma de contacto) para luego ir decreciendo lentamente (la distancia es de 96 centímetros a la altura del cruce con la calle de salida), hasta estar prácticamente pegadas entre sí en el último tramo de las huellas.

Por otro lado, al final de la señal de toma de contacto donde aparecen por primera vez las huellas, aparece otra huella de neumático que se mantiene paralela a la huella longitudinal hasta el final.

La siguiente imagen representa la naturaleza de las huellas descritas:

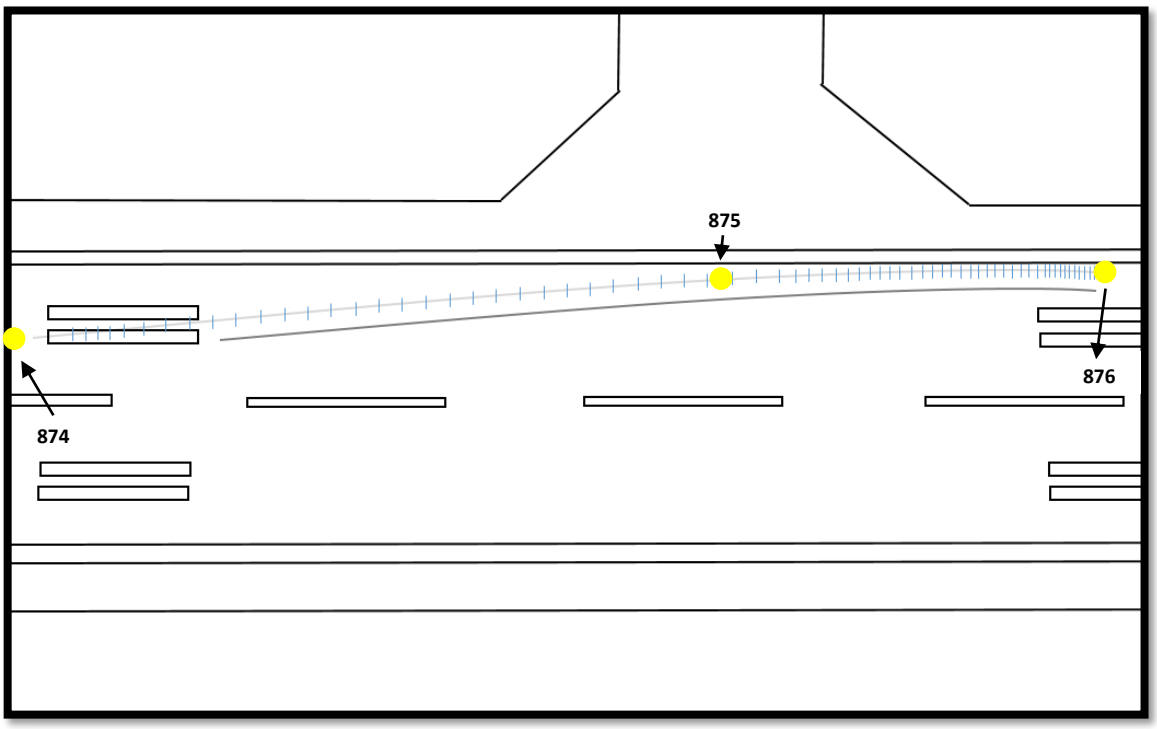

Figura 8: Huellas en pista (1)

Para complementar lo anterior, se muestran las siguientes fotografías:

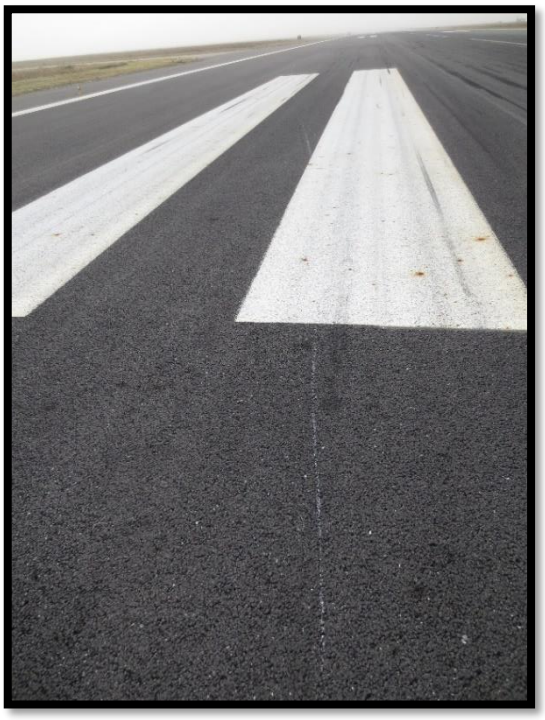

Figura 9: Huellas en pista (2)

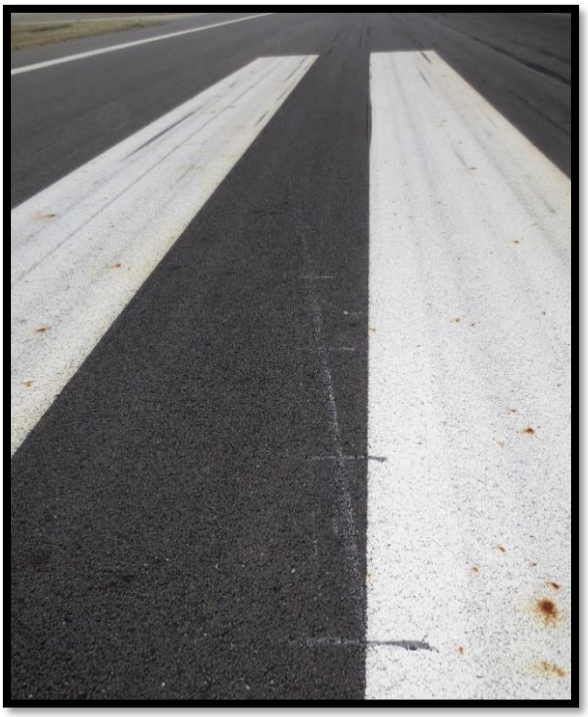

Figura 10: Huellas en pista (3)

Figura 11: Huellas en pista (4)

Figura 12: Huellas en pista (5)

1.16.2. Inspección de la aeronave

Se llevó a cabo la inspección de la aeronave en el hangar del centro de mantenimiento encargado de mantener la aeronavegabilidad de la aeronave.

Se exponen a continuación los hallazgos más relevantes:

1.16.2.1. Soporte del tren de aterrizaje de morro: El soporte del tren de aterrizaje de morro sufrió la rotura de sus cuatro anclajes al mamparo cortafuegos en los puntos reflejados en el siguiente esquema:

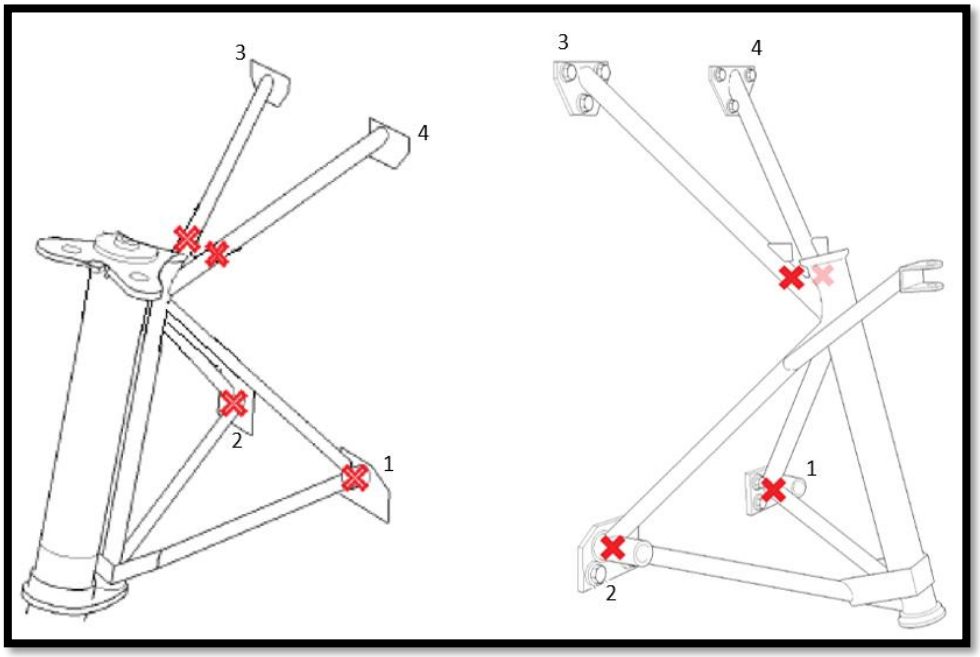

Figura 13: Esquema de la rotura del soporte del tren de morro.

A continuación, se detalla la rotura sufrida en la sujeción inferior del soporte al mamparo y en la sujeción superior del soporte al mamparo:

- Zona inferior de sujeción del soporte del tren de aterrizaje al mamparo cortafuegos:

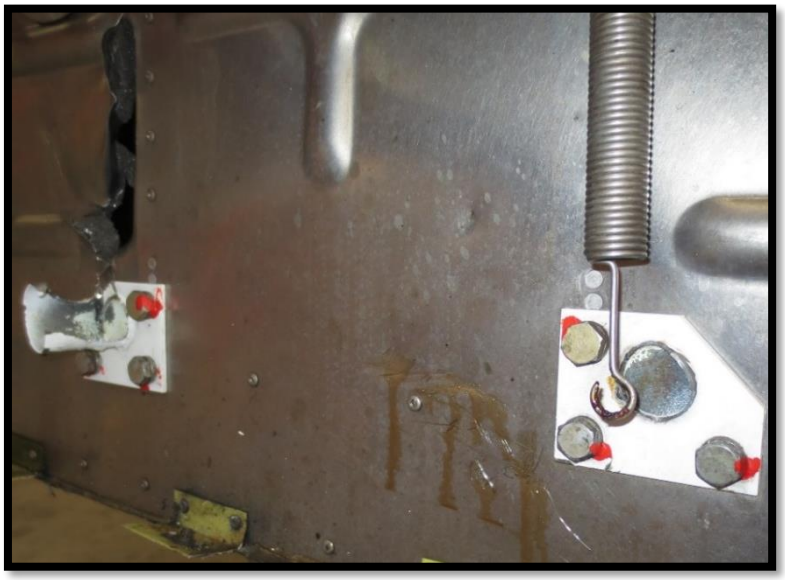

Figura 14: Pletinas inferiores de sujeción.

Figura 15: Pletina inferior derecha (1.1).

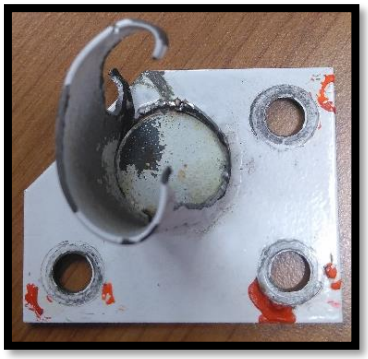

Figura 16: Pletina inferior izquierda (2.1).

Figura 17: Pletina inferior izquierda (2.2).

Figura 18: Pletina inferior derecha (1.2).

Se observó que el tubo corto de la pletina inferior derecha (1) había sufrido una rotura limpia y uniforme a la altura de su empotramiento con la pletina. Además, se comprobó que esta pletina estaba deformada, habiendo perdido la planitud.

En cuanto a la pletina inferior izquierda (2) había sufrido una rotura irregular, quedándose parte del tubo corto adherido a la pletina por la parte inferior izquierda, y habiéndose desprendido material de este justo en las dos zonas donde van soldados los dos tubos largos. La sección del tubo corto había perdido la circularidad y se había retorcido sobre sí mismo.

Las marcas rojas de las pletinas coincidían con las marcas rojas de los tornillos.

- Zona superior de sujeción del soporte del tren de aterrizaje al mamparo cortafuegos:

Como se puede observar en las siguientes imágenes, la pletina superior izquierda (3) y derecha (4) quedaron intactas, pues la rotura se produjo en los propios tubos superiores del soporte. Cabe destacar que el tubo de la pletina superior izquierda (3) presentaba un corte limpio, manteniendo la sección circular en el corte. Por otro lado, el tubo de la pletina superior derecha presentaba un corte irregular, con una sección más ovalada en la sección de corte:

Figura 19: Tubos de las pletinas superiores de sujeción.

Figura 20: Tubo de la pletina superior izquierda.

Figura 21: Tubo de la pletina superior derecha.

Cabe destacar asimismo que no se encontraron en las piezas rotas indicios de corrosión o fatiga, tan solo un poco de óxido en el interior de los tubos.

1.16.2.2. Pata de morro del tren de aterrizaje:

Figura 22: Pata de morro del tren de aterrizaje tras impacto

Según se pudo observar, la pata de morro había perdido la verticalidad con la rueda.

El neumático no presentaba ningún rasponazo.

1.16.2.3. Carenado inferior de la rueda

Como se puede ver en la fotografía, se observó la zona inferior del carenado muy raspada, especialmente en la aleta metálica.

Figura 23: Parte inferior de la carena de la rueda del tren de morro tras el impacto.

1.16.2.4. Bancada del motor

Se observó uno de los tubos de la bancada del motor doblado según se muestra en la siguiente fotografía.

Figura 24: Bancada del motor tras impacto

1.16.2.5. Hélice

Figura 25: Hélice de la aeronave siniestrada

Figura 26: Hélice en condiciones normales

La hélice se mantuvo unida al buje y solo experimentó la rotura y/o desgaste de las puntas, tal y como se puede ver en la foto superior izquierda (de la aeronave siniestrada) respecto a la foto superior derecha (de una hélice sin daños).

1.16.3. Trayectoria

Tras el procesamiento de los datos obtenidos del GPS, parte de los cuales fueron expresados en el punto 1.11, se obtuvieron los siguientes valores de interés para la investigación:

Punto	***Hora***	***Tramo***	***Duración del tramo (s)***	***Fase***	***Tasa de descenso (ft/min)***	***v* (kt)***	***Pendiente de descenso (º)***
856	10:54:17	-	-	-	-	-	-
857	10:54:22	856-857	0:00:05	Giro a base	94.5	95.4	0.6
858	10:54:26	857-858	0:00:04	Base	0.0	95.5	0.0
859	10:54:27	858-859	0:00:01	Base	-98.4	94.4	-0.6
860	10:54:35	859-860	0:00:08	Base	-307.6	95.0	-1.8
861	10:54:40	860-861	0:00:05	Base	-700.8	102.4	-3.9
862	10:54:49	861-862	0:00:09	Base	-568.7	106.6	-3.0
863	10:54:51	862-863	0:00:02	Base	-374.0	102.1	-2.1
864	10:54:53	863-864	0:00:02	Base	-236.2	105.6	-1.3
865	10:54:57	864-865	0:00:04	Base	24.6	95.0	0.1
866	10:55:00	865-866	0:00:03	Giro a final	-131.2	94.2	-0.8
867	10:55:02	866-867	0:00:02	Final	-275.6	92.5	-1.7

Punto	Hora	Tramo	Duración del tramo (s)	Fase	Tasa de descenso (ft/min)	v* (kt)	Pendiente de descenso (º)
868	10:55:11	867-868	0:00:09	Final	-441.8	88.4	-2.8
869	10:55:21	868-869	0:00:10	Final	-397.7	83.3	-2.7
870	10:55:31	869-870	0:00:10	Final	-360.3	75.1	-2.7
871	10:55:42	870-871	0:00:11	Final	-490.4	69.8	-4.0
872	10:55:51	871-872	0:00:09	Final	-420.0	72.5	-3.3
873	10:56:03	872-873	0:00:12	Toma	-370.8	73.1	-2.9
874	10:56:09	873-874	0:00:06	Carrera aterrizaje	-78.7	61.8	-0.7
875	10:56:14	874-875	0:00:05	Carrera aterrizaje	19.7	45.1	0.2
876	10:56:20	875-876	0:00:06	Carrera aterrizaje	0.0	21.1	0

**Velocidad respecto al suelo.*

Tabla 3: Datos del GPS procesados correspondientes a la última fase de la trayectoria seguida por la aeronave antes de aterrizar

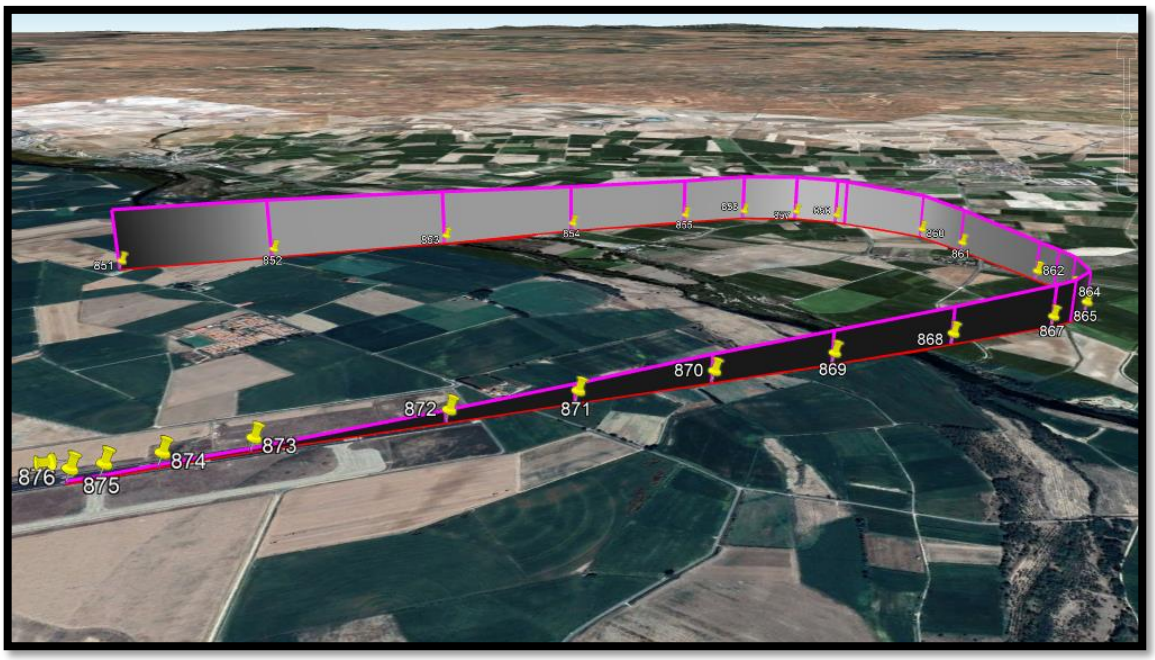

Figura 27: Trayectoria seguida por la aeronave en el tramo de aproximación y aterrizaje (2).

1.17. Información orgánica y de dirección

a) Con relación al operador:

Adventia European Aviation College, S.A. es una organización de formación aprobada por AESA con autorización E-ATO-230 firmada el 8 de junio de 2021 (Rev. Nº 8).

b) Con relación al propietario y mantenedor de la aeronave:

Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica (SENASA) S.M.E. M.P. S.A. es la propietaria de la aeronave. Asimismo, SENASA también se encarga de la gestión de la aeronavegabilidad de la aeronave y de la realización de los trabajos de mantenimiento sobre la misma (está aprobada por AESA como organización CAMO ES.CAMO.019 y organización PARTE 145 ES.145.074).

1.18. Información adicional

- Información proporcionada por el centro de mantenimiento*:*

Se solicitó información al centro de mantenimiento con relación a su procedimiento para la instalación y desinstalación de piezas entre aeronaves. Se obtuvo la siguiente información:

- Cuando se intercambian piezas entre aeronaves, previamente pasan siempre por el almacén, que lo envía al taller de componentes, donde se desmontan, se inspeccionan y, en caso de que la inspección sea favorable, se certifican como aeronavegables mediante la emisión de un F1. Hecho lo anterior, pieza y F1 se guardan en el almacén, listas para montarse en una aeronave cuando se precise. Para certificar la pieza como aeronavegable, se lleva a cabo sobre esta una inspección visual detallada (equivalente a una revisión de 100 horas). Si se ven indicios de daño en dicha revisión, se llevaría a cabo una revisión mayor.

- Información proporcionada por la escuela*:*

En cuanto al procedimiento para aterrizar con viento cruzado, estas son las pautas que se han de seguir:

"Esta técnica ha de usarse cuando la componente de viento cruzado excede los 4 kt. Para llevar a cabo esta maniobra, el alumno ha de seguir este procedimiento:

- *Establecido en final, mantener alineada la aeronave con el eje de la pista aplicando un ángulo de deriva hasta llegar a la altura de 200 ft sobre el terreno.*

- *Por debajo de una altura de 200 ft sobre el terreno, mantener alineada la aeronave con el eje de la pista bajando el plano del lado del que sopla el viento (habrá que volar con más o menos alabeo en función de la*

componente de viento cruzado), y, al mismo tiempo, aplicar el pedal contrario para mantener el descenso de la aeronave en la senda.

- *Cerca del suelo, levantar el morro de la aeronave suavemente volando en paralelo a la pista.*
- *Mientras la aeronave pierde velocidad, mantener el ángulo de alabeo y la deflexión del timón de dirección; levantar el morro de la aeronave para llevar a cabo una toma suave con la rueda del lado del viento en primer lugar para luego dejar que la otra rueda del tren principal toque.*
- *Cuando las ruedas principales del tren de aterrizaje hayan tocado tierra, el piloto bajará la rueda de morro suavemente. Mantener centrada la aeronave en el eje de la pista con los pedales y con los controles hacia el viento".*

En cuanto a la aproximación y el aterrizaje, entre otras pautas, se indica lo siguiente:

- No completar el viraje a final por debajo de 400 ft AGL.
- Velocidad en el tramo final de la aproximación: 85 kt sin flaps; 80 kt con 1 punto de flap; 80 kt con full flap.
- Volando un alumno solo, la máxima componente de viento cruzado permitida para aterrizar es de 13 kt.
- Un alumno solo nunca volará si la velocidad del viento excede los 25 kt, independientemente de su dirección.

Por otro lado, la escuela no tiene contemplado explícitamente en ninguno de sus manuales cómo se debe proceder en caso de que, durante el aterrizaje, se produzca un rebote contra la pista. En su lugar, en base a la información proporcionada por la escuela, en la formación de los alumnos se les instruye a hacer un motor y al aire en el caso de que se produzca un rebote durante el aterrizaje.

- <u>Información contenida en el manual de operación de la aeronave:</u>

El fabricante de la aeronave establece en el manual de vuelo, entre otros puntos, lo siguiente con relación al procedimiento antes del aterrizaje:

Velocidad: 78 KIAS
Posición de los flaps: TAKE-OFF (1 punto de flaps)

En corta final:
Velocidad: Ajustar a 73 KIAS
Posición de los flaps: LANDING (2 puntos de flaps)

Además, indica que, en condiciones de viento cruzado, se ha de usar la posición de LANDING para los flaps (2 puntos).

1.19. Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

2. ANALISIS

Tal y como se ha expuesto en el Título 1 (información sobre los hechos), la aeronave sufrió la rotura del tren de morro durante el aterrizaje, lo cual provocó que la aeronave deslizara sin control por la pista escorándose hacia la izquierda, hasta detenerse varios metros después junto a la faja lateral izquierda en el sentido de movimiento de la aeronave.

A continuación, se analizarán los siguientes puntos:

- Análisis de la aproximación y del aterrizaje.
- Análisis de las huellas dejadas por la aeronave en la pista.
- Análisis de la rotura del soporte.
- Análisis del mantenimiento de la aeronave efectuado por el centro de mantenimiento.

2.1. Análisis de la aproximación y del aterrizaje

En primer lugar, en el momento del aterrizaje, en base al METAR más próximo a la hora del accidente, existía un viento con una velocidad de 10 nudos y con una dirección predominante de 250º, variable entre los 210º y los 300º.

Teniendo en cuenta que la pista por la que aterrizó fue la 21 (210º), se puede deducir que la componente de viento cruzado predominante era de 6,4 nudos.

Por otro lado, en base a la entrevista realizada al piloto, la existencia de componente viento cruzado le hizo tener que orientar los cuernos al viento, de lo que se deduce que la componente de viento cruzado era tal que le obligaba a operar con el procedimiento establecido para la existencia de viento cruzado.

Asumiendo que el viento soplaba en la dirección predominante, en el momento del aterrizaje existía, de forma aproximada, una componente de unos 6 nudos de viento cruzado y, por tanto, de unos 7 nudos aproximadamente de componente alineada con el eje de pista, con sentido de cara a la aeronave.

Por otro lado, en base a los datos registrados por el GPS (tabla 2) y a los parámetros obtenidos por el laboratorio técnico de la CIAIAC a partir de los mismos (tabla 3), se considera probable que entre el punto 869 y el punto 870 (donde disminuye la velocidad y aumenta la tasa de descenso respecto al punto 871) el alumno piloto sacara el segundo punto de flap (lo cual coincidiría con la información proporcionada por el alumno piloto en la entrevista, donde afirmó que sacó el segundo punto de flap cuando estaba establecido en final), manteniéndolo hasta el final.

Con la aeronave ya sobre la pista (y los gases cortados, en base a la entrevista realizada al alumno piloto), se considera que el alumno piloto pudo experimentar un efecto de flotación durante la recogida seguido de un rebote contra la pista. En su intento de querer llevar de nuevo la aeronave hacia la pista, se considera que el alumno piloto bajó el morro de la aeronave, lo que provocó que la aeronave experimentara el fenómeno conocido como *delfineo*.

El rebote en el aterrizaje (en inglés, *bounced landing*) viene causado por diversos factores o como una combinación de varios, como, por ejemplo, una velocidad excesiva en la aproximación (energía excesiva), una mala gestión de la recogida o un contacto con la pista sin la actitud adecuada para ello. Tras el rebote, la aeronave tiende a volver bruscamente al aire, no tanto por la acción del propio rebote de ruedas y amortiguadores, sino por el incremento brusco de ángulo de ataque que experimenta la aeronave tras el rebote, lo cual incrementa la sustentación.

Por otro lado, el procedimiento establecido por la escuela en el caso de que la aeronave rebote contra la pista es realizar un motor y al aire (aunque no viene indicado explícitamente en los manuales). Se considera oportuno realizar una recomendación de seguridad a la escuela de vuelo Adventia para que defina en sus procedimientos la maniobra ante una situación de aterrizaje con rebote.

2.2. Análisis de las huellas dejadas por la aeronave en la pista

En base a la figura 6, las primeras huellas dejadas por la aeronave que se encontraron en la pista, las cuales se detallan en las figuras 7-12 del punto 1.16.1, se corresponden con las dejadas por la aleta metálica del carenado de la rueda de morro.

Por lo tanto, se puede deducir que en el punto donde comienzan estas huellas (muy próximo al punto 874 de la traza GPS), el tren ya había colapsado y había comprimido hacia debajo el carenado de la rueda delantera hasta tocar el suelo. A su vez, mientras el morro de la aeronave bajaba debido a que el tren, ya roto, no soportaba el peso de la aeronave, la hélice se fue acercando al suelo hasta que, finalmente, unos metros después, la hélice empezó a golpear la pista dejando las marcas perpendiculares mostradas en la figura 12, que se mantuvieron hasta que la aeronave se detuvo por completo.

Dado que las marcas dejadas por la aleta de la carena y por la hélice se mantienen hasta el punto en el que la aeronave se paró (punto 876 de la traza GPS), tal y como ilustra la figura 6 del punto 1.12, se deduce que la aeronave no volvió a elevarse sobre la pista desde ese punto hasta el final de su recorrido.

Por todo lo anterior, se considera que lo más probable es que la aeronave sufriera un rebote en el momento de la toma (punto 873) que desencadenó una serie de rebotes hasta el punto 874 (punto en el que comienzan las huellas). Durante estos rebotes, el soporte del tren de aterrizaje de morro rompió debido a los impactos.

Además, en base al tramo final de las huellas (ver figuras 6 y 12), se puede afirmar que el motor estuvo funcionando hasta el momento en que la aeronave se detuvo, ya que existían huellas de hélice hasta el punto en el que se detuvo la aeronave.

2.3. Análisis de la rotura del soporte.

Los daños encontrados en la aeronave, los cuales se han analizado en el punto 1.16, sugieren que el conjunto del tren de aterrizaje de morro de la aeronave sufrió un impacto brusco.

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior y que:

- No se encontraron en las piezas rotas del soporte del tren de aterrizaje de morro indicios de corrosión o fatiga (tan solo un poco de óxido en el interior de alguno de los tubos).
- Tal y como muestra las figuras 14-18 del punto 1.16, las marcas rojas de las pletinas coinciden, con lo que no existió un afloje previo de los tornillos de las pletinas.

Se deduce que lo más probable es que la rotura del soporte del tren de morro se produjera por un fuerte impacto en el tren de aterrizaje de morro, lo cual provocó una entrada de carga vertical muy fuerte con una componente tal que provocó una gran concentración de esfuerzos en la pletina inferior derecha. Por lo tanto, se considera que la primera rotura se produjo en la pletina inferior derecha, la cual rompió de cuajo a cortadura (absorbiendo

gran parte de la energía del impacto). Se considera que, inmediatamente después, en el mismo impacto, rompieron las otras tres sujeciones.

Tras la rotura de la pata, todo el peso delantero del avión descansó sobre el carenado, el cual impidió que el morro del avión tocara el suelo. Probablemente la tijera de la pata entró en contacto con el carenado, hundiéndolo de la parte de detrás de este, y entrando la aleta metálica en contacto con el asfalto.

2.4. Análisis del mantenimiento de la aeronave efectuado por el centro de mantenimiento.

En primer lugar, las tareas de mantenimiento contempladas por el mantenedor de la aeronave en su programa de mantenimiento son las mismas que las tareas de mantenimiento contempladas por el fabricante de la aeronave en su manual de mantenimiento.

En segundo lugar, la aeronave no tenía ninguna anomalía apuntada en el libro de vuelos en el mes anterior al suceso que estuviera relacionada con el sistema de frenos.

En tercer lugar, la última revisión de 100 horas sobre el soporte del tren de morro se realizó el día 15-10-2021, cuando la cuando la aeronave contaba con 11712:45 h de vuelo. Como la aeronave contaba con 11733:40 h de vuelo cuando tuvo el accidente, se puede deducir que aún quedaban varias horas para que requiriera otra revisión de 100 horas. Por lo tanto, el soporte S/N 486 tenía la revisión de 100 horas al día.

En cuarto lugar, se muestra una tabla que resume el histórico del soporte del tren de morro con S/N 486 en base a lo expuesto en el punto 1.6.3.2.:

TIEMPO DE ESTANCIA DEL SOPORTE EN EL ALMACÉN	
Salida del almacén:	20-11-2020 TSN soporte: 2827:30 h TSO soporte: 0 h
TIEMPO DE ESTANCIA DEL SOPORTE EN LA AERONAVE EC-FTJ	
Instalación:	20-11-2020 TSN soporte: 2827:30 h TSO soporte: 0 h Horas de vuelo EC-FTJ: 10689:00 h
Desinstalación:	09-06-2021 Horas de vuelo EC-FTJ: 10722:35 h
Horas de vuelo acumuladas por el soporte en la EC-FTJ:	10722:35 h – 10689:00 h = 33:35 h
Tiempo acumulado en el soporte hasta desinstalación de la EC-FTJ:	TSN: 2827:30 h + 33:35 h = 2861:05 h TSO: 0 h + 33:35 h = 33:35 h.
TIEMPO DE ESTANCIA DEL SOPORTE EN LA AERONAVE EC-FTG	
Instalación:	09-06-2021 TSN soporte: 2861:05 h TSO soporte: 33:35 h Horas de vuelo EC-FTG: 11513:10 h
Día del accidente:	28-10-2021 Horas de vuelo EC-FTG: 11733:40 h
Horas de vuelo acumuladas por el soporte en la EC-FTG:	11733:40 h – 11513:10 h = 220:30 h
Tiempo acumulado en el soporte hasta accidente de la EC-FTG:	**TSN: 2861:05 h + 220:30 h = 3081:35 h** **TSO: 33:35 h + 220:30 h = 254:05 h**

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar lo siguiente con relación al soporte S/N 486:

- Dado que el TSO del soporte acumulado a día del accidente era de 254:05 h, se puede afirmar que el soporte S/N 486 tenía la revisión de 2000 horas al día.

- Dado que el TSN del soporte acumulado a día del accidente era de 3081:35 h, se puede afirmar que el soporte S/N 486 estaba dentro de lo contemplado por la directiva de EASA de tiempo de vida de 10.000 horas.

Por lo tanto, en base a lo anterior, se puede afirmar que el soporte S/N 486 estaba al día en cuanto al mantenimiento programado establecido por el fabricante de la aeronave, no teniendo pendiente ninguna revisión de 100 horas ni de 2000 horas (que son las que contempla el fabricante), y que su vida límite no había expirado aún. De esta manera, no se considera probable que el soporte con S/N 486 se montara en la aeronave EC-FTG existiendo al algún defecto previo que propiciara la rotura de este durante una operación de aterrizaje normal.

3. CONCLUSION

3.1. Constataciones

- Los elementos del soporte del tren de morro no presentaban signos de fatiga o de corrosión.
- El soporte del tren de morro estaba al día respecto al mantenimiento.
- La aproximación se realizó de acuerdo con los procedimientos de la escuela contemplados para el caso de existencia de viento cruzado.
- Las condiciones meteorológicas existentes en el momento del aterrizaje no eran limitativas para la operación.
- El tren de morro de la aeronave sufrió al menos un impacto muy brusco contra la pista en base a los daños observados en la aeronave.
- Los procedimientos de la escuela no contemplan explícitamente cómo actuar en caso de que se produzca un rebote en el aterrizaje.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

Se considera como causa probable del accidente la realización de una inadecuada ejecución del aterrizaje, lo cual llevó a un impacto brusco del tren de morro con la pista.

4. RECOMENDACIONES

Durante el transcurso de la investigación, se encontró un punto de mejora en cuanto a la seguridad operacional relacionado con la gestión del mantenimiento del soporte del tren de morro.

Según se pudo comprobar durante el análisis de la documentación aportada, la CAMO de SENASA gestiona el mantenimiento de la aeronave mediante un documento de carácter dinámico. Este documento contempla todas las tareas repetitivas del programa de mantenimiento, los elementos rotables con vida límite, las directivas de aeronavegabilidad, etc. Para cada una de las entradas de este documento se tiene, entre otros datos, la fecha de la última ejecución de la tarea, las horas de la aeronave la última vez que se realizó la tarea, cuándo se ha de hacer de nuevo la tarea, etc.

No obstante, se comprobó que este documento no tenía una entrada específica para controlar la revisión de 2000 horas (revisión mayor) del soporte del tren de morro, sino que había una entrada para controlar la revisión de 2000 horas de la aeronave.

Teniendo en cuenta que en el ámbito de escuela es muy difícil que un soporte de pata de morro aguante 2000 horas instalado en la misma aeronave (debido a que las tomas duras es algo frecuente), y unido al hecho de que SENASA CAMO gestiona y mantiene varias unidades de este modelo de aeronave en la operación de la escuela de vuelo ADVENTIA, resulta como práctica habitual en el centro de mantenimiento el intercambiar piezas entre aeronaves según las necesidades del servicio, y, en particular, el soporte del tren de morro.

A raíz de lo anterior, se contempló el posible riesgo de que, al intercambiar soportes del tren de morro de aeronave en aeronave, podría darse el caso de que alguno de estos soportes pudiera acumular más de 2000 horas de vuelo sin haberse llevado sobre ellos una revisión mayor, teniendo en cuenta el proceder de la organización cuando intercambian piezas entre aeronaves, expuesto en el punto 1.18.

Expuesto lo anterior a SENASA, se mostraron de acuerdo en implementar este cambio en la documentación de gestión del mantenimiento de las aeronaves de la flota. Como consecuencia de ello, tomaron las siguientes medidas:

- Añadieron la entrada "*revisión de 2000 horas del soporte de tren de morro*" al documento de gestión del mantenimiento de cada una de las aeronaves de la flota.

- Comprobaron que se había llevado a cabo una revisión de 2000 horas sobre los soportes del tren de morro en todas las aeronaves de la flota al menos una vez después de haber sido montados en su respectiva aeronave.

Con esta medida, se desvinculan las horas de vuelo de la aeronave de las horas de vuelo del soporte de la pata de morro, contabilizando de forma independiente las horas de una y otro.

No obstante, cabe destacar que la ausencia de una entrada para controlar la revisión de 2000 horas (revisión mayor) del soporte del tren de morro en el documento de control de mantenimiento no tuvo nada que ver con la rotura del soporte del tren de morro, ya que, tal y como se ha explicado en el informe, el soporte del tren de morro tenía todas las tareas de mantenimiento al día.

Por otro lado, se consultó los distintos manuales de la escuela de vuelo Adventia European Aviation College sin encontrar ninguna referencia a cómo actuar en el caso

de que la aeronave rebote en el aterrizaje. Según indicó la escuela, el procedimiento establecido en el caso de que la aeronave rebote contra la pista es realizar un motor y al aire (aunque no viene indicado explícitamente en los manuales). No obstante, esta manera de proceder no siempre es posible o adecuada, por lo que se considera oportuno realizar una recomendación de seguridad a la escuela de vuelo Adventia para que defina en sus procedimientos la maniobra ante una situación de aterrizaje con rebote.

REC 31/22. Se recomienda a la escuela Adventia European Aviation College S.A. que incluya en su análisis de maniobras cómo proceder en caso de que la aeronave rebote en la pista durante el aterrizaje.