

Informe técnico

A-017/2021

Accidente ocurrido el día 18 de mayo de 2021,
a la aeronave SPEED 2002, matrícula EC-XIE
en Torremocha de Jiloca (Teruel, España)

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.



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.

INDICE

Advertencia	2
INDICE.....	3
ABREVIATURAS	6
Sinopsis.....	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	10
1.1. Reseña del accidente.....	10
1.2. Lesiones a personas	11
1.3. Daños sufridos por la aeronave	11
1.4. Otros daños	12
1.5. Información sobre el personal.....	12
1.6. Información sobre la aeronave.....	12
1.6.1. Información general	12
1.6.2. Dimensiones y características.....	13
1.6.3. Estado de aeronavegabilidad	14
1.6.4. Información de mantenimiento	14
1.6.5. Información del sistema de frenos.....	15
1.6.6. Información de la válvula de freno de estacionamiento	16
1.6.7. Cálculo de peso	17
1.7. Información meteorológica	18
1.7.1. Información proporcionada por AEMET	18
1.7.2. Información estación en el municipio de Torremocha de Jiloca	19
1.7.3. Información proporcionada por el piloto	20
1.8. Ayudas para la navegación	20
1.9. Comunicaciones.....	20
1.10. Información de aeródromo	20
1.11. Registradores de vuelo	21

1.12.	Información sobre los restos de la aeronave.....	24
1.13.	Información médica y patológica.....	25
1.14.	Incendio	25
1.15.	Aspectos relativos a la supervivencia	25
1.16.	Ensayos e investigación.....	26
1.16.1.	Inspección del sistema de frenos	26
1.17.	Información organizativa y de dirección.....	28
1.18.	Información adicional	28
1.18.1.	Información sobre la ELT	28
1.18.2.	Información sobre el procedimiento de aterrizaje	28
1.18.3.	Información sobre la carrera de aterrizaje.....	30
1.18.4.	Uso del freno de estacionamiento por parte de los socios y el mecánico	31
1.18.5.	Despiece de la válvula y esquema de la instalación del fabricante	32
1.19.	Técnicas de investigación especiales.....	32
2.	ANÁLISIS	33
2.1.	Análisis de la instalación de la válvula del freno de estacionamiento	33
2.2.	Análisis de la operación	33
2.3.	Análisis de la carrera de aterrizaje.....	34
2.4.	Análisis de la documentación del fabricante de la válvula del freno de estacionamiento	35
3.	CONCLUSIÓN.....	35
3.1.	Constataciones.....	35
3.2.	Causas / Factores contribuyentes.....	35
4.	RECOMENDACIONES	36
5.	APÉNDICES.....	37
5.1.	Información de MATCO.....	37

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado (s), minuto (s) y segundo (s) sexagesimal (es)
°C	Grados Celsius (centígrados)
%	Tanto por ciento
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AGL	Sobre el nivel del terreno
CNIG	Centro Nacional de Información Geográfica
ELT	Transmisor de localización de emergencia
FAA	Administración federal de aviación de los Estados Unidos
FH	Horas de vuelo
ft	Pie (s)
GS	Velocidad respecto al suelo
h	Hora (s)
hPa	Hectopascal (es)
IAS	Velocidad indicada
IGN	Instituto Geográfico Nacional de España
kg	Kilogramo (s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro (s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo (s)
L	Litro(s)
LAPL	Licencia de piloto de aeronaves ligeras
LEMT	Indicador OACI del aeródromo de Casarrubios del Monte

m	Metro (s)
m/s	Metros por segundo
m ²	Metro (s) cuadrado (s)
MHz	Megahercio (s)
N	Norte o latitud norte
O	Oeste o longitud oeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PPL (A)	Licencia de piloto privado (Avión)
QNH	Reglaje de la subescala del altímetro para obtener la elevación estando en tierra
RD	Real Decreto
RPM	Revoluciones por minuto
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
UE	Unión europea
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de vuelo visual

Informe técnico

A-017/2021

Propietario:	Aeroclub Sierpe
Operador:	Privado
Aeronave:	SPEED 2002, EC-XIE (España)
Fecha y hora del accidente:	18 de mayo de 2021, 11:31 h ¹
Lugar del accidente:	Aeródromo de Torremocha de Jiloca (Teruel)
Personas a bordo:	1 (tripulación), 1 (pasajeros)
Tipo de vuelo:	Aviación General - Privado
Fase de vuelo:	Aterrizaje - Carrera de Aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	26 de octubre de 2022

Sinopsis

Resumen:

El martes 18 de mayo de 2021, la aeronave de construcción por aficionado SPEED 2002, matrícula EC-XIE, realizó un vuelo con origen en el Aeródromo de Casarrubios del Monte (Toledo) y destino el Aeródromo de Torremocha de Jiloca (Teruel).

Durante la maniobra de aterrizaje por la pista 15, la aeronave se salió de la misma por el lateral izquierdo, en su recorrido el tren de morro colapsó y la aeronave capotó.

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente la incorrecta instalación de la válvula de freno de estacionamiento que no permitió que la presión ejercida en los pedales alcanzara los frenos.

¹ Hora local. Para obtener la hora UTC es necesario restar 2 h a la hora local. Salvo indicación en contra, todas las horas del presente informe se expresan en hora local.

Se considera como factor contribuyente el exceso de velocidad de la aeronave en la toma de contacto.

Se han emitido tres recomendaciones de seguridad al fabricante de la válvula de freno de estacionamiento, para que incluya una marca permanente sobre el cuerpo de la válvula que permita ayudar a evitar confusiones en su instalación, para que corrija las instrucciones de instalación contradictorias y para que redacte un procedimiento de instalación, purga y comprobación de la válvula de estacionamiento

Además, se ha emitido una recomendación al aeroclub para que establezca un procedimiento a seguir por todos los miembros del aeroclub sobre la utilización del freno de estacionamiento.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

El piloto de la aeronave EC-XIE planificó el vuelo que tenían previsto realizar el 18 de mayo de 2021 y contactó con el aeródromo de destino para confirmar que podía ir.

El día del accidente, el piloto y el pasajero llegaron al aeródromo de Casarrubios del Monte (LEMT) a las 9:40 h y el piloto realizó la inspección previa al vuelo sin detectar ninguna anomalía.

Según indicó el piloto, durante la inspección comprobó que el estado de las pastillas y los discos era correcto. Además, cuando arrancó el motor, lo hizo con el freno de estacionamiento en posición "ON" reteniendo la aeronave sin problema, posteriormente con el avión rodando, hizo una prueba funcional de frenos antes de dirigirse a la pista, y una prueba de motor antes del despegue, utilizando los frenos de pie. El piloto no tuvo ningún problema para retener la aeronave. Sobre las 10:10 h la aeronave despegó. La carrera de despegue y el vuelo transcurrieron con normalidad.

Al llegar al aeródromo de Torremocha de Jiloca, el piloto seleccionó la cabecera 15 de la pista de aterrizaje, entró en el circuito de aeródromo a 4100 ft, según tenía previsto. Conforme explicó el piloto, notificó, en base puso un punto de flap y la aproximación la realizó entre 120-130 km/h.

El piloto ajustó para tocar en el inicio del asfalto de la pista y recuerda que escuchó el avisador de pérdida al tocar tierra con las ruedas del tren.

Según indicó, a continuación, subió flap y bajó a ralentí la palanca de gases². Empezó a frenar cuando se encontraba en el primer tercio de pista, notó que el tacto no era el habitual y no percibía que la aeronave frenase. Después de bombear 3 veces, su percepción del pedal era como si tuviese la válvula de estacionamiento activada, así que cambió su posición, aunque no recuerda en qué sentido movió la palanca. Volvió a pisar el freno y no notó ningún cambio así que volvió a cambiar la posición de la palanca y volvió a pisar el freno. Hasta este momento el piloto cree recordar que ya habían recorrido la mitad de la pista. El piloto informó al pasajero que se iban a salir de pista al ver que continuaban rodando y no podía detener la aeronave. El piloto descartó realizar un motor y al aire cuando había recorrido dos tercios de la pista ya que no le quedaba suficiente pista y se centró en realizar una trayectoria que le permitiera parar la

²El piloto indicó que el ralentí en este avión siempre se queda subido.

aeronave, así que, desvió la aeronave hacia la izquierda saliéndose unos 28 m antes del final de pista para dirigirse a un talud con pendiente ascendente.

La aeronave se elevó a consecuencia de la pendiente del talud y al tocar de nuevo el suelo, colapsó la rueda de morro, clavándose en el terreno y haciendo capotar lentamente a la aeronave. El motor se paró al volcar la aeronave por contacto de la hélice con el terreno, tras el vuelco, el piloto desconectó magnetos y todo el sistema eléctrico.

El piloto no recuerda haber manipulado en vuelo la palanca del freno de estacionamiento, ni cree que se haya podido cambiar su posición durante el vuelo. Además, no considera que haya podido accionarla involuntariamente.

Al accionar los frenos notó resistencia en los mismos. El pedal no se hundía, sentía que hacía fuerza y no obtenía respuesta.

1.2. Lesiones a personas

<i>Lesiones</i>	<i>Tripulación</i>	<i>Pasajeros</i>	<i>Total en la aeronave</i>	<i>Otros</i>
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1	1	2	
TOTAL	1	1	2	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave resultó con daños importantes en la hélice, el tren de aterrizaje delantero, la cubierta transparente de cabina o canopy, y el borde de ataque en el extremo del semiplano derecho. La aeronave resultó con daños menores en el estabilizador vertical.

1.4. Otros daños

No hubo daños adicionales.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 59 años, tenía licencia de piloto privado (PPL(A)) expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) el 2 de diciembre de 2000 con habilitación para Monomotor de pistón (SEP (land)) válida y en vigor hasta 31 de octubre de 2021.

Así mismo disponía de certificado médico Clase 2 válido y en vigor hasta el 10 de marzo de 2022 y LAPL válido y en vigor hasta el 10 de marzo de 2023.

Su experiencia total de vuelo era de 503:05 h, de las cuales 228:11 h las había realizado en el tipo de la aeronave accidentada. Las horas registradas en el libro del piloto eran:

Periodo	Horas (h)
Últimos 90 días	9:10
Últimos 30 días	3:15
Últimas 24 h	1:30

El piloto había volado exclusivamente en la aeronave el último año.

Según indicó el piloto, había descansado 8 h.

El pasajero, de 57 años, disponía de licencia de piloto privado (PPL(A)) expedida por AESA el 16 de diciembre de 2019 con habilitación para Monomotor de pistón (SEP (land)) válida y en vigor hasta 30 de noviembre de 2021.

Su experiencia total de vuelo era de 74:25 h.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave con matrícula EC-XIE es una aeronave biplaza, monomotor, de ala baja, de metal, con tren triciclo fijo y una hélice de madera bipala con las siguientes características:

• Marca	Construcción por aficionado
• Modelo	Speed 2002
• Año de fabricación	2011
• Número de serie	11001-2542
• Masa en vacío	337 kg
• Masa máxima al despegue	600 kg
• Tipo de motor	Rotax 912 ULS
• Número de serie de motor	5.648.686
• Tipo de hélice	Hoffman HO-V352F1
• Información relativa al propietario	Club deportivo elemental Aeroclub Sierpe.
• Información relativa al explotador	Privado

En el momento del accidente la aeronave contaba con 1335:20 h y 1259 ciclos, mientras que el motor contaba con 1544:10 h. El motor se instaló en esta aeronave procedente de otra, motivo por el cual tiene más horas que la aeronave.

La aeronave disponía de un paracaídas balístico GRS 5/560 SOFT que había sido instalado en la aeronave el 2 de julio de 2016.

1.6.2. Dimensiones y características

• Envergadura	8,6 m
• Longitud	6,61 m
• Altura	2,43 m
• Superficie alar	11,50 m ²
• Velocidad máxima	245 km/h
• Velocidad de crucero	216 km/h

- Régimen de ascenso 6 m/s
- Carrera de aterrizaje 120 m
- Velocidad de pérdida 65 km/h
- Velocidad de despegue 80 km/h
- Carrera de despegue 120 m

Estos datos se han extraído del Informe Técnico U.L.M. construcción por aficionado. El club no disponía de un manual propio de la aeronave y utilizaban de referencia el manual de la aeronave Tecnam P2002 Sierra de luxe y Tecnam P2002 JF. Las dimensiones características de la aeronave SPEED 2002 son similares a la Tecnam P2002 Sierra de luxe por tratarse de una aeronave de construcción por aficionado con diseño de Tecnam. En este informe se hace referencia al manual de vuelo de la aeronave Tecnam P2002 Sierra de luxe³ por su similitud.

1.6.3. Estado de aeronavegabilidad

La aeronave fue inscrita en el registro de matrícula de AESA el 5 de octubre de 2011 con número de registro 9025. El 18 de julio de 2016 se emitió un certificado de matrícula a favor del Club deportivo elemental Aeroclub Sierpe.

Disponía de un certificado de aeronavegabilidad especial restringido número A-1456 de categoría Privado (3) Especial⁴ expedido por la AESA el 18 de junio de 2019 con validez hasta el 17 de junio de 2021 o 200 FH. Desde el 18 de junio la aeronave había realizado 188:06 h hasta el momento del accidente.

Además, la aeronave contaba con un navegador GARMIN 695.

1.6.4. Información de mantenimiento

Las últimas acciones de mantenimiento sobre la aeronave registradas antes del suceso relacionadas con el sistema de freno han sido:

³ Revisión 6.0, 11 de diciembre de 2021

⁴ Categorías: Privado (tipo de vuelo que realiza la aeronave); 3 (Aeronaves idóneas sólo para vuelo visual.); Especial (Autorizada para efectuar solamente vuelos con las limitaciones indicadas en los documentos adjuntos al Certificado de Tipo)

Fecha	Horas	Acción/revisión
17/08/2018	936,35	Revisión 1200 h (se revisa el sistema hidráulico de frenos, sin anomalías, se cambia el líquido de frenos con Aeroshell Fluid 41 y se purga el circuito)
15/02/2019	1026	Se cambian las pastillas de freno de ambas ruedas del tren principal, en el izquierdo se ve grieta en una de las patas que fijan un tornillo del disco de freno, se pega con epoxi, hasta pedir material para sustituirlas. Revisando el 4/4/2019 la grieta sigue estable sin progresar, el pegamento está funcionando.
02/05/2019	1029,3	Revisión de 100 h (Freno eje tren principal derecho: cambiados tornillos fijación disco freno, pastilla y disco)
29/05/2020	1121,15	Revisión de 200 h
11/09/2020	1275	Reapretado un tornillo del disco de freno derecho.
01/10/2020	1280,05	Revisión de 100 h

La próxima revisión general de mantenimiento de 200 h estaba prevista a las 1380 h de la célula.

El líquido de frenos se cambia cada 800 h o tres años y este tiempo no se había superado en el momento del accidente desde el último cambio.

El aeroclub era responsable del mantenimiento, los propios socios gestionaban y realizan tareas menores de mantenimiento. Las tareas de mayor entidad eran llevadas a cabo por un técnico de mantenimiento.

1.6.5. Información del sistema de frenos

La aeronave estaba equipada con un sistema de frenos diferencial equivalente al que se puede encontrar en la aeronave Tecnam P2002 Sierra de luxe:

1.11.2 – SISTEMA DE FRENO DIFERENCIAL (OPCIONAL).

El depósito (4) está conectado directamente a los cilindros maestros de freno (3), como se muestra en la figura. Dos mangueras flexibles conectan los cilindros maestros en los pedales de freno del copiloto a los cilindros maestros en los pedales de freno del piloto. La válvula del freno de estacionamiento (6) está montada en la estructura del fuselaje, debajo de los asientos y se activa mediante la palanca (2).

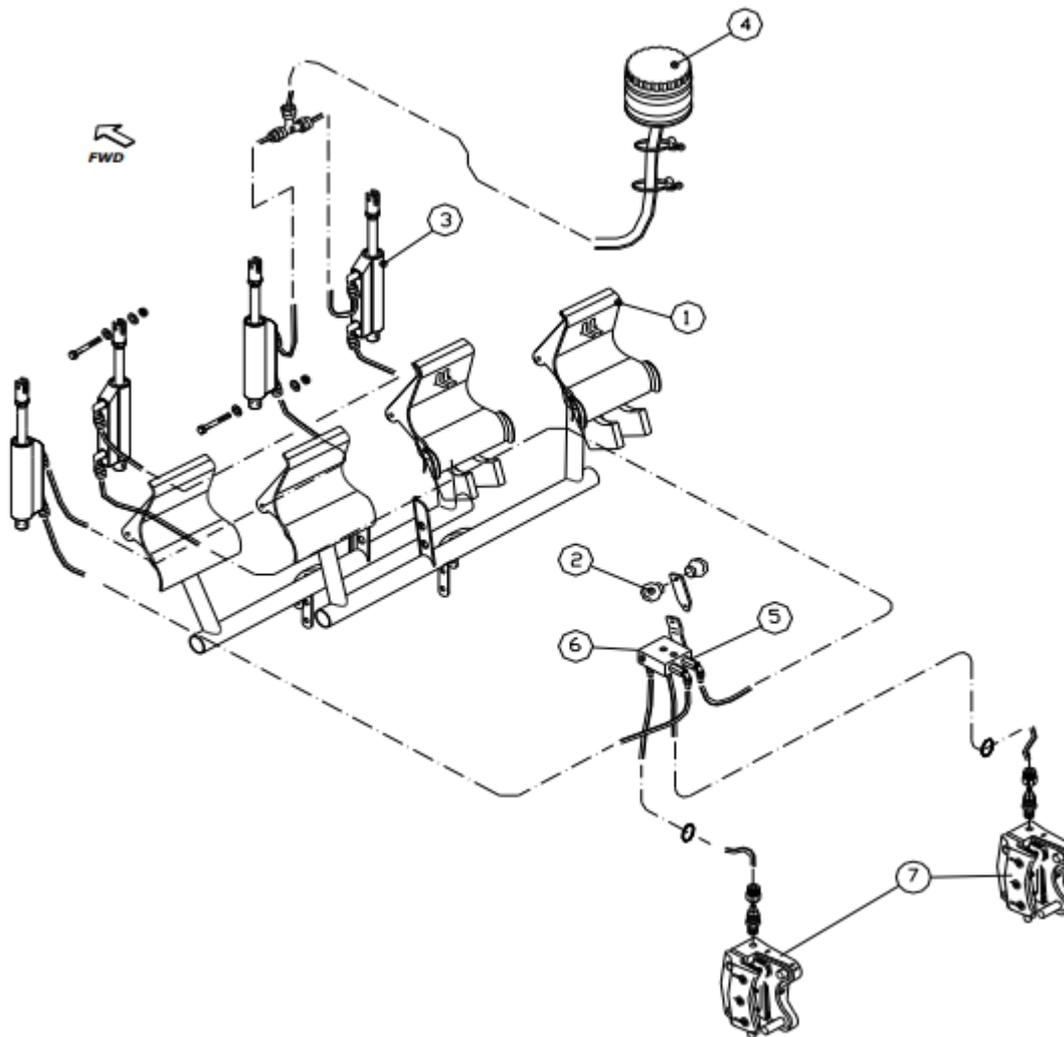


FIG. 1 IMAGEN EXTRAÍDA DEL *MANUAL DE VUELO* DE LA AERONAVE TECNAM P2002 SIERRA DE LUXE

La aeronave EC-XIE solo disponía de pedales de freno en el puesto del piloto. Desde que el aeroclub adquirió la aeronave el sistema de frenos siempre ha sido el mismo, no ha sufrido modificaciones y han realizado los mantenimientos que por desgaste han sido necesarios.

1.6.6. Información de la válvula de freno de estacionamiento

El sistema de frenos de la aeronave estaba equipado con una válvula de freno de estacionamiento MATCO PVPV-D.

En el apéndice se puede encontrar el despiece de la válvula y esquemas de la instalación del fabricante que se pueden descargar de la web⁵ del fabricante.

La válvula MATCO PVPV-D funciona como una válvula anti-retorno. Cuando la válvula se encuentra en posición cerrada, no permite que el fluido retorne de los frenos a los cilindros. La válvula de estacionamiento siempre permite enviar presión a los frenos incluso cuando se cierra el circuito accidentalmente.

Es necesario destacar que, en la instalación indicada por el fabricante que se puede ver en el apéndice en la figura 11, los adaptadores con número de ítem 6 en el despiece (fitting, adapter) de la figura 10 van unidos a las líneas de fluido que se dirigen a las pinzas de freno en cada rueda.

Además de la información del apéndice, el fabricante proporciona información sobre el montaje de esta⁶. Se consultó con el fabricante si disponía de información adicional a la que dispone publicada en la web en la que se detalle el procedimiento de instalación, purga o comprobación y no se recibió respuesta.

Con respecto al mantenimiento, el fabricante recomienda una inspección anual para verificar su funcionamiento y realizar el mantenimiento correspondiente en función de sus condiciones.

El aeroclub, desde que adquirió la aeronave, no había realizado ninguna acción de mantenimiento específica a la válvula que implicase su desmontaje o despiece. Sin embargo, el 28 de abril de 2019 se realizó mantenimiento sobre el sistema de radio y habiendo desmontado la cubierta de plástico central entre los asientos se llevó a cabo además la inspección visual de la válvula de freno de estacionamiento sin encontrarse fugas o daños. Durante la inspección no se contaba con instrucciones de la válvula.

Además del cuaderno de la aeronave, el aeroclub mantenía un registro de vuelos y defectos de la aeronave. No se ha encontrado ningún registro por parte de los usuarios de la aeronave en ninguno de los dos documentos en el que se dudase o informase de su incorrecto funcionamiento.

1.6.7. Cálculo de peso

Según la información proporcionada por el piloto, en el momento del despegue la aeronave disponía de unos 100 L de gasolina de automoción sin plomo de 95 octanos en los depósitos.

⁵ <http://www.matcomfg.com/PARKINGBRAKEVALVEDUAL-idv-3579-8.html>

⁶ https://static.veracart.com/matco/item_pdfs/3806/document1.pdf

	Peso [kg]
Peso en vacío aeronave	337,0
Combustible ⁷	72,0
Piloto	70,0
Pasajero	79,0
Carga adicional	3,0
Total	561,0

De acuerdo con este cálculo, el peso de la aeronave en el momento del despegue estaría por debajo del peso máximo al despegue.

En el momento del aterrizaje, la aeronave contaba con unos 60 L de combustible y pesaba unos 532,2 kg.

1.7. Información meteorológica

1.7.1. Información proporcionada por AEMET

La siguiente figura corresponde con el mapa de baja cota previsto para el 18 de mayo de 2021 a las 12 UTC (válido en las 3 horas anteriores y posteriores a las 12 UTC). En la zona donde tuvo lugar el accidente no se constata ningún fenómeno significativo.

⁷ Calculado en base a una densidad de la gasolina de 95 octanos de 0,72 kg/L.

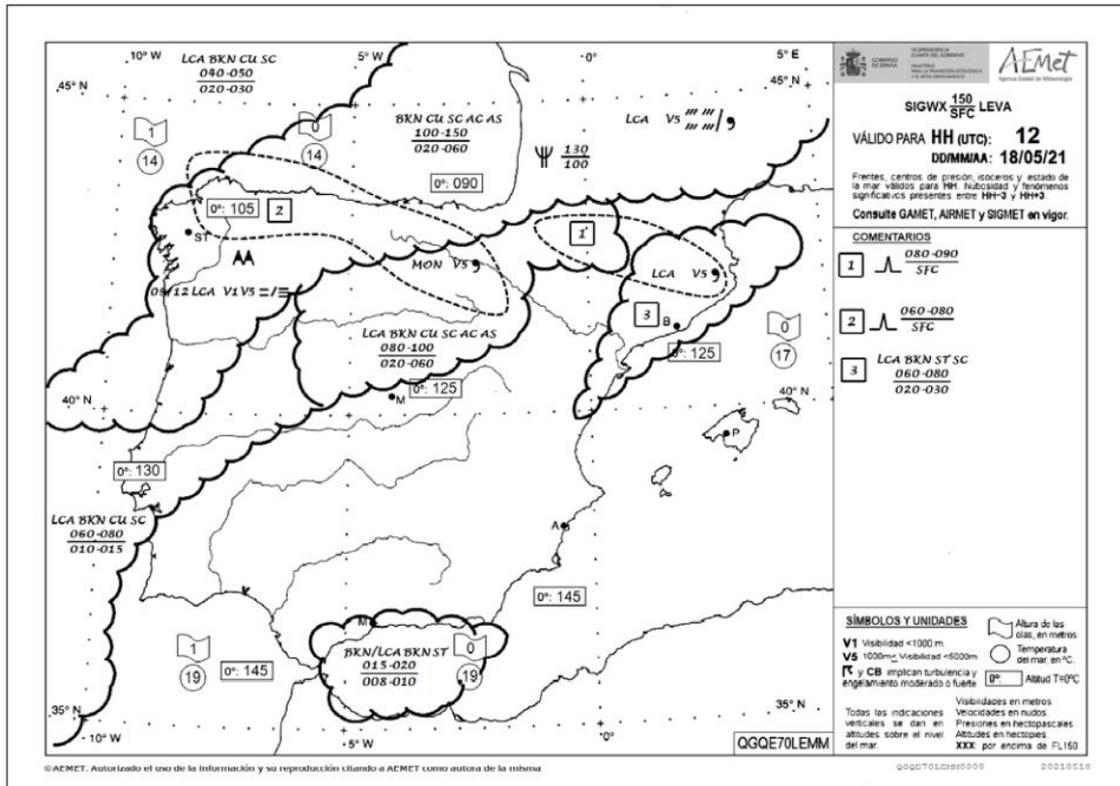


FIG. 2 MAPA DE BAJA COTA VÁLIDO PARA EL 18 DE MAYO DE 2021 A LAS 12 UTC (PERIODO DE VALIDEZ COMPRENDE LAS TRES HORAS ANTERIORES Y POSTERIORES A LAS 12 UTC)

A la hora del accidente (09:30 h UTC), en la estación de Santa Eulalia del campo⁸ se registró un viento de 7,9 km/h de dirección 176° con una racha de 15,1 km/h de intensidad y 195° de dirección. La temperatura registrada fue de 18,5 ° C y no se registraron precipitaciones.

1.7.2. Información estación en el municipio de Torremocha de Jiloca

En el municipio de Torremocha de Jiloca se dispone de una estación meteorológica⁹. A las 11:30 h se registraron 4,9 km/h de viento del oeste, 24 ° C de temperatura y 1019 hPa de QNH.

⁸ La estación de Santa Eulalia del Campo (40°34'1.20"N, 1°19'15.60" O y 1000 m de elevación) se encuentra a 6 km del lugar del accidente.

⁹ La información se puede encontrar a través de la web de Meteoclimatic (https://www.meteoclimatic.net/perfil/ESARA4400000044381A?screen_width=414). La estación de Torremocha de Jiloca (40° 35' 40" N, 1° 17' 43" O y 994 m de elevación) se encuentra a 3 km del lugar del accidente.

1.7.3. Información proporcionada por el piloto

Según lo indicado por el piloto, “el viento estaba en calma en el aeródromo de Torremocha de Jiloca a su llegada”.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable. El vuelo se realizaba bajo las reglas de vuelo visual.

1.9. Comunicaciones

No aplicable.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Torremocha de Jiloca está situado a 3 km al noreste del municipio del mismo nombre y se encuentra aproximadamente a 32 km al noroeste de Teruel. Las coordenadas del aeródromo son 40° 36' 16" N y 1° 15' 53" O, su elevación es 3227 ft y tiene una pista de asfalto designada como 15 – 33 de 525 m de longitud y 25 m de ancho.



FIG. 3 AERÓDROMO DE TORREMOCHA DE JILOCA¹⁰

Las comunicaciones aire-aire en el aeródromo de Torremocha de Jiloca se realizan en 130.125 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.

Durante la investigación no se pudo recuperar los datos de navegación del GARMIN 695 instalado en la aeronave debido a que los datos no estaban siendo grabados, sin embargo, el pasajero conectó la aplicación IGN mapas de España de su teléfono móvil a las 11:12 h cuando se encontraban en rumbo 073. De estos datos se ha seleccionado la siguiente información de interés de la trayectoria final de la aeronave:

¹⁰ Imagen obtenida de IBERPIX, visualizador cartográfico publicado por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN) (<https://www.ign.es/iberpix2/visor/>)

Punto	Hora local	Altitud (m)	GS ¹¹ (km/h)	Rumbo (°)	Coordenadas	IAS ¹² (km/h)	Observaciones
1	11:28:42	1249	182	059	40.59702° N 1.28993° O		Inicio del circuito de aeródromo a 4100 ft
2	11:30:04	1122	118	150	40.61539° N 1.27323° O		Inicio de la aproximación final
3	11:30:42	1020	104	154	40.60505° N 1.26629° O	92	Se produce la toma al inicio de la pista
4	11:30:59	1019	69	146	40.60179° N 1.26398° O	60	Desvío de rumbo de pista
5	11:31:01	1018	67	145	40.60150° N 1.26373° O	58	Entre este punto y el siguiente se produce la salida de pista.
6	11:31:03	1017	64	148	40.60123° N 1.26348° O	55	
7	11:31:05	1017	52	148	40.60096° N 1.26325° O	44	
8	11:31:07	1016	1.2	009	40.60074° N 1.26307° O		
9	11:32:11	996	0.0	279	40.60094° N 1.26303° O		Aeronave en reposo

Los puntos de la tabla se han representado en las imágenes siguientes para mostrar la trayectoria de la aeronave.

¹¹ Velocidad respecto del suelo

¹² Velocidad indicada estimada a partir de las condiciones del día del accidente.

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

La aeronave quedó detenida en un campo de labor contiguo en la prolongación del eje de pista de coordenadas $40^{\circ} 36' 3,0''$ N, $1^{\circ} 15' 47' 3''$ O y cuya elevación es 1016 m.

La distancia aproximada desde el final de la pista hasta la aeronave accidentada era de 50 m en la dirección paralela al eje de pista. La distancia de la aeronave a la prolongación del eje de pista era de 21 m.

A unos 30 m del final de la pista existe un pequeño desnivel del terreno ascendente hasta un camino de tierra de unos 7 m de ancho. Y al otro lado del camino existe una pequeña pendiente que salva el desnivel ascendente al campo de labor.



FIG. 6 HUELLAS Y POSICIÓN FINAL DE LA AERONAVE

No se encontraron evidencias de una frenada fuerte ya que no se apreciaron desgastes en la rueda ni marcas en pista.

En la inspección realizada por la guardia civil el día del accidente, observaron dos bandas de rodadura en el terreno sin asfaltar situado a la izquierda y a unos 28 m antes del final de la pista por donde la aeronave pudo abandonar la pista.

Se observaron huellas en el terreno en el desnivel entre el camino y el campo de labor.

Entre el inicio del campo de labor y el lugar donde la aeronave quedó detenida se apreció una zona del terreno alterado con hundimiento de tierra que pudo corresponder con la zona donde impactó el morro de la aeronave antes del vuelco.

La aeronave se encontró en posición invertida con la cabina y el semiplano derecho apoyados sobre el terreno. El morro de la aeronave se encontraba orientado hacia la pista de aterrizaje.

Entre el camino y la aeronave se encontraron varios fragmentos de la hélice y otros restos. Las dos palas de la hélice se desprendieron.

Se derramó combustible del semiplano izquierdo debido a los daños sufridos.

El tren de aterrizaje delantero se encontró colapsado. La cubierta transparente de cabina o canopy, el semiplano derecho, el estabilizador vertical y el carenado de la rueda del tren de aterrizaje izquierdo resultaron dañados.

1.13. Información médica y patológica

No se encontró prueba de que la actuación del piloto se haya visto afectada por factores fisiológicos o incapacitantes.

1.14. Incendio

No hubo incendio.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

El habitáculo mantuvo su integridad estructural y los cinturones de seguridad, de tipo cuatro puntos, realizaron su función correctamente. El piloto paró el motor, cortó el combustible y la alimentación eléctrica. Los dos ocupantes pudieron salir por sus propios medios de la aeronave.

El pasajero utilizó el brazo y la pierna para romper la cubierta transparente de la cabina para poder salir ya que la apertura hacia atrás de la cúpula no era posible debido a que la aeronave estaba apoyada sobre ella.

Según indicó el piloto, cuando aseguró el avión, vio que la ELT se había activado. El piloto avisó al 112 y la guardia civil se desplazó al lugar del accidente. El piloto aseguró el paracaídas balístico antes del traslado de la aeronave.

1.16. Ensayos e investigación

1.16.1. Inspección del sistema de frenos

En las fotos facilitadas por el piloto a esta Comisión tomadas tras el accidente, la palanca de la válvula de estacionamiento se encontraba en posición ON tras el accidente.

En la inspección del sistema de frenos realizada días posteriores al accidente se probó el sistema de frenos del avión.

Los paquetes de frenos de las ruedas se movían y los bombines de los pedales cogían presión.

El estado de los paquetes de frenos era bueno, el desgaste no era excesivo, no se encontró contaminación y no se observó ningún signo de decoloración por alta temperatura por presión de las pastillas sobre los discos.

Las tuberías de plástico sensibles a la temperatura se encontraron en perfecto estado.

El depósito de hidráulico se encontró con líquido, aproximadamente un tercio de la capacidad, y no se observó ninguna fuga en todo el sistema.

Se encontró una muesca en el mamparo aparentemente ejercida por el pedal en su recorrido, sin embargo, durante la prueba del sistema no se percibió que el pedal alcanzara el mamparo.

Al producirse una falta de frenos en ambos lados del tren, se sospechó de la válvula de freno, común para ambos lados y se procedió a su desmontaje para inspeccionar del interior de esta. Se observó que los conjuntos de las juntas estaban bien y no se observó fugas a su alrededor.

En las siguientes imágenes se puede observar la válvula instalada en la aeronave EC-XIE. En la fotografía de la izquierda se puede observar que la posición de OFF de la válvula es con la palanca hacia delante y la posición de ON de la válvula es con la palanca hacia atrás.



FIG. 7 VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

En la fotografía de la derecha se puede observar cómo estaba instalada la válvula en la aeronave una vez se ha retirado los elementos que la cubrían. La válvula estaba de tal manera que las conexiones eran las que se pueden apreciar en la siguiente imagen:

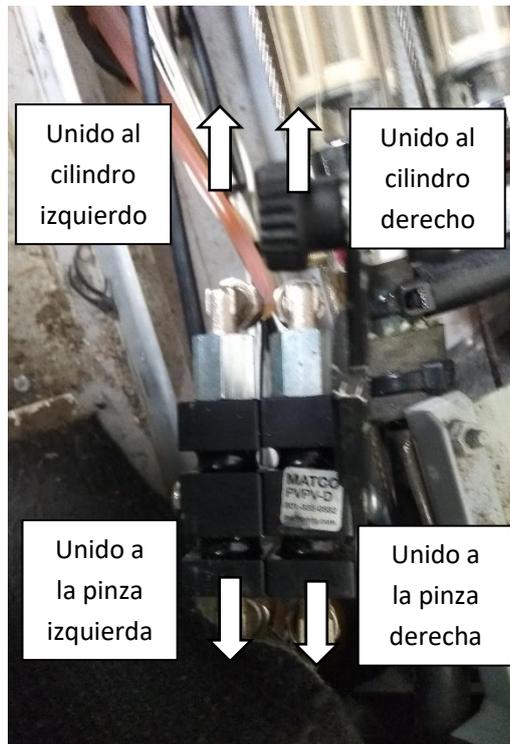


FIG. 8 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

En esta fotografía se puede apreciar que los adaptadores con número de ítem 6 en el despiece del fabricante (fitting, adapter) están unidos a las líneas que proceden de los cilindros.

1.17. Información organizativa y de dirección

El club deportivo elemental Aeroclub Sierpe estaba formado por 5 socios. La aeronave EC-XIE era la única aeronave que tenía el aeroclub.

1.18. Información adicional

1.18.1. Información sobre la ELT

La aeronave EC-XIE disponía de una ELT, modelo AK-450. La normativa aplicable no exige a este tipo de aeronaves disponer de una ELT.

1.18.2. Información sobre el procedimiento de aterrizaje

El piloto disponía de sus propias listas de chequeo que había configurado a partir del manual de Tecnam P2002 JF y Tecnam P2002 Sierra de luxe ampliando las anteriores para incorporar los equipos con los que contaba la aeronave:

ENTRANDO EN PISTA

Parking brake	OFF
Luz landing	ON
Transpondedor	ON
Mando governor	AJUSTAR MAX RPM

PREATERRIAJE

Asientos y cinturones	AJUSTADOS
Depósitos de combustibles	AMBOS ON
Bomba de combustible	ON
Luz landing	ON
Cowl flaps	DENTRO
Governor	DENTRO
Flaps 0°	130 km/h
Flaps 15°	120 km/h
Full flaps	100 km/h

DESPUÉS DEL ATERRIZAJE

Flaps	Arriba 0°
Transponder	STANDBY
Bomba de combustible	OFF
Luz de landing	OFF

Según indicó el piloto, la velocidad en la toma la ajustaba a la velocidad de pérdida de la aeronave.

En la sección 6 del manual de la aeronave Tecnam P2002 Sierra de luxe se puede encontrar la lista de chequeo para despegue y ascenso, antes del aterrizaje y después del aterrizaje:

6.1.3.8 Despegue y ascenso

Freno de estacionamiento:.....DESACTIVADO

Calefacción al carburador:.....APAGADO

Rodar hasta alinearse:

Brújula y Girodireccional:.....COMPROBAR, CALAR

Gases:.....MAXIMA POTENCIA

Nota: RPM en estático son aproximadamente 5100±250 RPM

Instrumentos de motor:.....COMPROBAR

Vr (Velocidad de rotación):.....48 KIAS

Nota: Rotar hasta actitud de despegue y acelerar hasta una velocidad de ascenso de 60 kt con 15° de flap.

Por encima de los 300 ft AGL:

Flaps:.....RETRAER

Establecer Vy limpio:.....68 KIAS [64 KCAS]

Compensador:.....AJUSTAR

Ascenso a crucero:.....75-80 kt

Bomba eléctrica de combustible:...APAGADA

6.1.3.10 Antes del Aterrizaje

Bomba eléctrica de combustible:...ENCENDIDA

Luz de aterrizaje (si instalada)..... ENCENDIDA

En el tramo de viento en cola: Velocidad y flaps según su criterio dependiendo del tráfico,etc.

Tráfico:.....COMPROBAR

Flaps:.....COMO SE DESEEN

Velocidad óptima de toma de contacto (flaps extendidos al máximo):..... 40 kt

6.1.3.12 Después del aterrizaje

Rodar a una velocidad adecuada a las condiciones

Flaps:.....ARRIBA

Transpondedor:.....STANDBY

Cabe destacar que la velocidad óptima de toma de contacto indicada en el manual es por tanto de 40 kt o de 74 km/h con flaps extendidos al máximo.

1.18.3. Información sobre la carrera de aterrizaje.

En la sección 4 del manual de vuelo de la aeronave Tecnam P2002 Sierra de Luxe se puede encontrar información sobre la carrera de aterrizaje.

A partir del gráfico, para unas condiciones adecuadas de la aeronave y el motor, técnicas de pilotaje de nivel medio, condiciones ISA a nivel medio del mar, viento cero, flap 38°, motor a ralentí, pista seca, compacta y de hierba con pendiente nula, la carrera de aterrizaje¹³ es de unos 141 m aproximadamente para un peso de 532,2 kg. Esta distancia se incrementa¹⁴ hasta los 307 m considerando las condiciones del día del accidente.

1.18.4. Uso del freno de estacionamiento por parte de los socios y el mecánico

Se consultó con los cinco socios del club y el mecánico de la aeronave para entender el uso que realizaban del freno de estacionamiento.

Según el piloto del accidente, cuando la palanca del freno de estacionamiento se lleva hacia atrás (posición ON) bloqueaba el flujo de la presión hidráulica hacia los frenos. Normalmente realizaba la prueba de magnetos y gobernador con la válvula de estacionamiento en posición OFF (sin bloquear flujo de presión a las pinzas) para poder retener la aeronave con los pedales de freno aplicando la presión requerida. Habitualmente al finalizar la prueba, entraba en pista y no volvía a utilizar la válvula hasta estacionar la aeronave.

El primer socio consultado indicó que normalmente no lo utilizaba, porque no retenía bien, sin embargo, cuando el motor se encontraba a ralentí si funcionaba.

El segundo socio del aeroclub consultado, al igual que el piloto del accidente, utilizaba el freno de estacionamiento durante las pruebas previas al despegue, pero no para las pruebas de motor ya que al presionar los pedales de freno la aeronave no retenía si el freno de estacionamiento estaba en ON.

¹³ El Manual de la aeronave Tecnam P2002 Sierra de Luxe no lo indica expresamente, pero se asume que se trata para una velocidad de toma de contacto de 40 kt o 74 km/h y accionando los frenos.

¹⁴ Con 15° de flap y 85 km/h la carrera se estima en 171 m (21 % incremento). Se ha considerado, además, viento en calma, temperatura 24 °C (4,5% incremento), QNH de 1019 hPa, altitud densidad 4877 ft (24 % incremento), pista asfaltada (10% reducción), velocidad de 92 km/h (17 % incremento) y factor de seguridad (43 % incremento). No se ha corregido la carrera de aterrizaje por pendiente de la pista.

El tercer socio consultado indicó que, si no había bombeado la suficiente presión, la aeronave se movía durante la prueba de motor y necesitaba volver a aplicar frenos y activar la palanca.

El último socio consultado durante la prueba de motor pisa los pedales de freno, activa el freno de estacionamiento y mantenía pisados los pedales ya que el freno de estacionamiento por sí sólo no retiene la aeronave en la prueba de motor.

El mecánico de la aeronave indicó que para las pruebas de motor utilizaba el freno de estacionamiento y mantenía la presión en los pedales de freno ya que la aeronave se movía tras superar 4000-4200 rpm.

El estacionamiento habitual no tiene pendiente y suelen dejar la aeronave en calzos y sin el freno de estacionamiento salvo uno de los socios que pone el freno.

1.18.5. Despiece de la válvula y esquema de la instalación del fabricante

En el despiece de la válvula de freno de estacionamiento del fabricante que se puede encontrar en el apéndice se puede observar que los adaptadores hexagonales con número de ítem 6 en el despiece del fabricante (fitting, adapter) se conectan a la parte ancha del cuerpo de la válvula, sin embargo, en el esquema de la instalación proporcionado por del fabricante (figura 11), estos elementos se conectan a la parte estrecha. A continuación, se muestra en detalle:

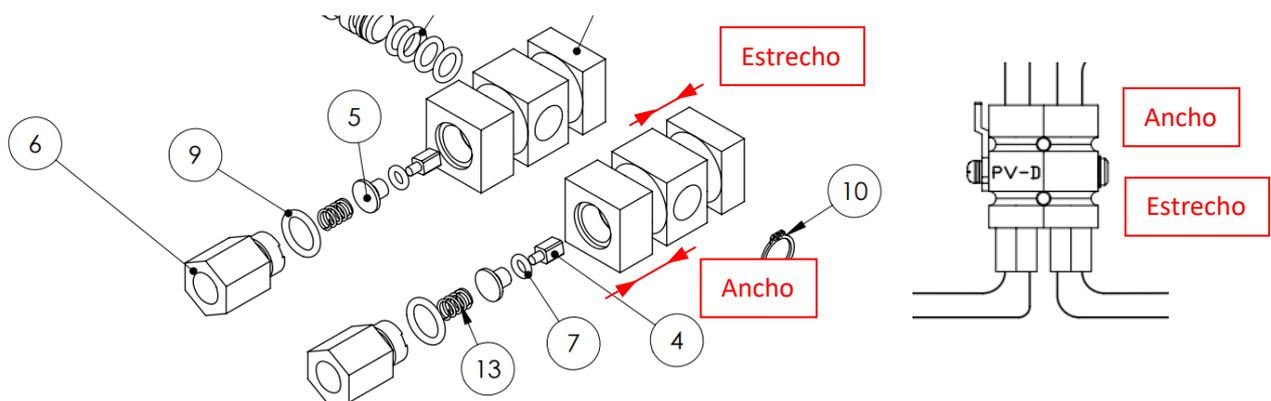


FIG. 9 DETALLE DEL DESPIECE Y LA INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA

1.19. Técnicas de investigación especiales

No requeridas.

2. ANÁLISIS

El análisis del accidente se centrará en el análisis de la influencia de la instalación de la válvula de freno de estacionamiento, la operación, la carrera de aterrizaje y la documentación del fabricante de la válvula de freno de estacionamiento

2.1. Análisis de la instalación de la válvula del freno de estacionamiento

Considerando la información proporcionada por el fabricante para la instalación de la válvula del freno de estacionamiento (punto 1.6.6 y 5.1) y la información recopilada durante la inspección del sistema de frenos de la aeronave EC-XIE (punto 1.16.1) se detectó que la válvula se encontraba instalada en sentido opuesto al indicado por el fabricante en la figura 11.

Con la válvula instalada en esta posición y la palanca en posición ON, no se permitía que la presión del fluido alcance las pinzas de freno al presionar los pedales.

El uso habitual que se le daba al freno de estacionamiento por la mayor parte de los usuarios de la aeronave confirma y explica la incorrecta instalación de la válvula del freno de estacionamiento ya que una correcta instalación, siempre hubiera permitido el flujo hidráulico hacia los frenos, aun estando la válvula cerrada. Tanto los usuarios como el mecánico o bien entendían el funcionamiento de la válvula como una llave de paso o simplemente dudaban de su eficacia y por ello no se detectó su incorrecto funcionamiento durante su utilización o su inspección.

Siendo conscientes del funcionamiento del freno de estacionamiento de la aeronave, tal cual estaba instalado, no solía afectar a los usuarios ya que en su operación este permanecía en posición OFF.

2.2. Análisis de la operación

La información meteorológica recopilada indica que las condiciones no eran limitativas para la realización del vuelo.

En lo que a velocidad respecta, de los datos registrados en la aplicación IGN mapas de España del teléfono móvil del pasajero se estima que la velocidad de la aeronave en la toma se produjo a unos 92 km/h de velocidad indicada,

considerando que para 15 ° de flap la velocidad de toma adecuada es de 80-85 km/h, la toma se realizó con un exceso aproximado de 7 km/h.

Por otro lado, considerando la siguiente secuencia de eventos:

1. El piloto recuerda haber realizado la prueba de motor antes de iniciar el despegue con freno de estacionamiento en OFF.
2. El tacto del pedal del freno descrito por el piloto corresponde al mismo de haber tenido el freno de estacionamiento en ON cuando inicia la carrera de aterrizaje, lo cual le llevó a cambiar la posición de la palanca del freno de estacionamiento posiblemente a OFF durante la carrera de aterrizaje.
3. El piloto vuelve a cambiar la posición de la palanca del freno de estacionamiento posiblemente a ON (coincidiendo este con el estado de la palanca tras el vuelco)

En ausencia de fallos en el sistema de frenos, es posible que antes del despegue o durante el vuelo, se produjera involuntariamente el cambio de la posición de la palanca de frenos. Siendo consciente del modo de funcionamiento de la válvula de freno, el piloto accionó la palanca, sin embargo, a pesar de que el piloto bombeaba el pedal de freno, al no sentir suficiente deceleración se precipitó a volver a accionar la palanca de estacionamiento, lo que le llevó a tenerla en posición ON hasta el vuelco. En esta posición, la presión ejercida en los cilindros pudo no llegar a los mismos debido a la instalación de la válvula.

El exceso de velocidad en la toma empeoró la situación, tanto al aumentar distancia necesaria para detener la aeronave como al tiempo disponible durante la carrera para tomar las acciones acertadas.

El piloto al ver que se iban a salir de pista podría haber cortado el motor, cerrar el depósito de combustible y apagar los sistemas eléctricos. De haberlo hecho es posible que los daños a la aeronave hubieran sido menores.

La incorrecta instalación de la válvula del freno de estacionamiento se considera un fallo latente que se puso de manifiesto cuando la posible actuación involuntaria de la palanca del freno de estacionamiento en vuelo y una velocidad excesiva en la toma contribuyeron a que se desencadenara el accidente.

2.3. Análisis de la carrera de aterrizaje

En relación con la carrera de aterrizaje estimada necesaria para las condiciones del accidente (peso de la aeronave, tipo de pista...) en una situación normal, la pista era suficiente para llevar a cabo el aterrizaje. Considerando que la aeronave tomó al inicio de la pista, pudo disponer de toda la pista para la deceleración de esta.

Por la información recopilada, el aterrizaje se llevó a cabo en pista seca y no contaminada. Dada la existencia de un viento flojo, su influencia sobre la carrera de aterrizaje fue mínima.

La decisión de dirigir la trayectoria hacia el talud pudo haber facilitado la deceleración de la aeronave.

2.4. Análisis de la documentación del fabricante de la válvula del freno de estacionamiento

Durante la investigación, y según se detalla en 1.18.5 se ha constatado una contradicción entre el despiece de la válvula de freno de estacionamiento y el esquema de instalación proporcionado por el fabricante (figuras 10 y 11 del apéndice) pudiendo dar lugar a una confusión en su instalación, por ello se emite una recomendación de seguridad al respecto.

Además, no se ha identificado un procedimiento de instalación, purga o comprobación de la válvula de estacionamiento proporcionado por el fabricante por lo que el personal de mantenimiento carece de él y por tanto se emite otra recomendación de seguridad.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- El sistema de frenos funcionaba correctamente cuando la válvula de freno de estacionamiento se encontraba en posición OFF.
- La válvula del freno de estacionamiento estaba instalada incorrectamente, de tal manera que no permitía que la presión hidráulica alcanzara la pinza de freno en posición ON.

3.2. Causas / Factores contribuyentes

La investigación ha puesto de manifiesto como causa del accidente la incorrecta instalación de la válvula de freno de estacionamiento que no permitió que la presión ejercida en los pedales alcanzara los frenos.

Se considera como factor contribuyente el exceso de velocidad de la aeronave en la toma de contacto.

4. RECOMENDACIONES

A la vista de la incorrecta instalación de la válvula, la información contradictoria en las instrucciones de instalación respecto al despiece de esta y la ausencia de procedimientos, se ha considerado necesario incluir las siguientes recomendaciones:

REC 32/22. Se recomienda a MATCO mfg, como fabricante de la válvula de freno de estacionamiento, que incluya una marca permanente sobre el cuerpo de la válvula que permita ayudar a evitar confusiones en su instalación.

REC 33/22. Se recomienda a MATCO mfg, como fabricante de la válvula de freno de estacionamiento, que corrija las instrucciones de instalación contradictorias para evitar confusiones en la instalación.

REC 34/22. Se recomienda a MATCO mfg, como fabricante de la válvula de freno de estacionamiento, que redacte un procedimiento de instalación, purga y comprobación de la válvula de estacionamiento.

Puesto que se ha detectado que cada socio del aeroclub actuaba de una manera diferente sobre el freno de estacionamiento, se ha considerado necesario incluir la siguiente recomendación:

REC 35/22. Se recomienda al aeroclub Sierpe que establezca un procedimiento a seguir por todos los miembros del aeroclub sobre la utilización del freno de estacionamiento.

5. APÉNDICES

5.1. Información de MATCO

NOTE: This unit requires Mil-H-5606 or compatible fluid

THESE WASHERS TO BE USED UNDER MOUNTING BOLT HEADS.
TORQUE MOUNT BOLTS FOR LIGHT COMPRESSION OF WASHER.

ITEM #	Part Number	Description	QTY.
1	PVS-B	BODY, PVS	2
2	PVD-C	SHAFT, CAM	1
3	PVI-L	LEVER, PARK BRAKE	1
4	PVS-3	PIN, SQR	2
5	PVI-P	VALVE, POPPET	2
6	MSC0502-4-2(A)	FITTING, ADAPTER	2
7	MSC2-006	O-RING, BUINA -N	2
8	MSC2-010	O-RING, BUINA -N	4
9	MSC3-904	O-RING, BUINA -N	2
10	MSC3100-37	RING, SNAP EXTERNAL	1
11	NL4	WASHER SET, NORLOC	1
12	MSCB-32X.25PHP	SCREW, PHILLIPS HEAD	1
13	MSCLC-026BC-03M	SPRING, COMPRESSION	2
14	MSC.170X.50X.1NEOWASHER	WASHER, RUBBER 0.170	2

MATCO mfg
2361 S 1560 West
Woods Cross, UT 84087 USA
DRAWN BY: FINISH

HOMECLATURE
VALVE, PARK

MATERIAL
VARIES

DATE
7/20/2008

CHECKED BY
PVPV-D

REVISION
REV W/L (R)
A 0.204

PART NUMBER
PVPV-D

SCALE
1:1.3

TOLERANCES
(EXCEPT AS NOTED)
DO NOT SCALE DRAWING
LINEAR .XX = ± .03
.XXX = ± .01
ANGULAR ± 1/2
CONCENTRIC ± .01

SHEET 1 OF 1
SHEET SIZE A

FIG. 10 DESPIECE DE LA VÁLVULA MATCO PVPV-D

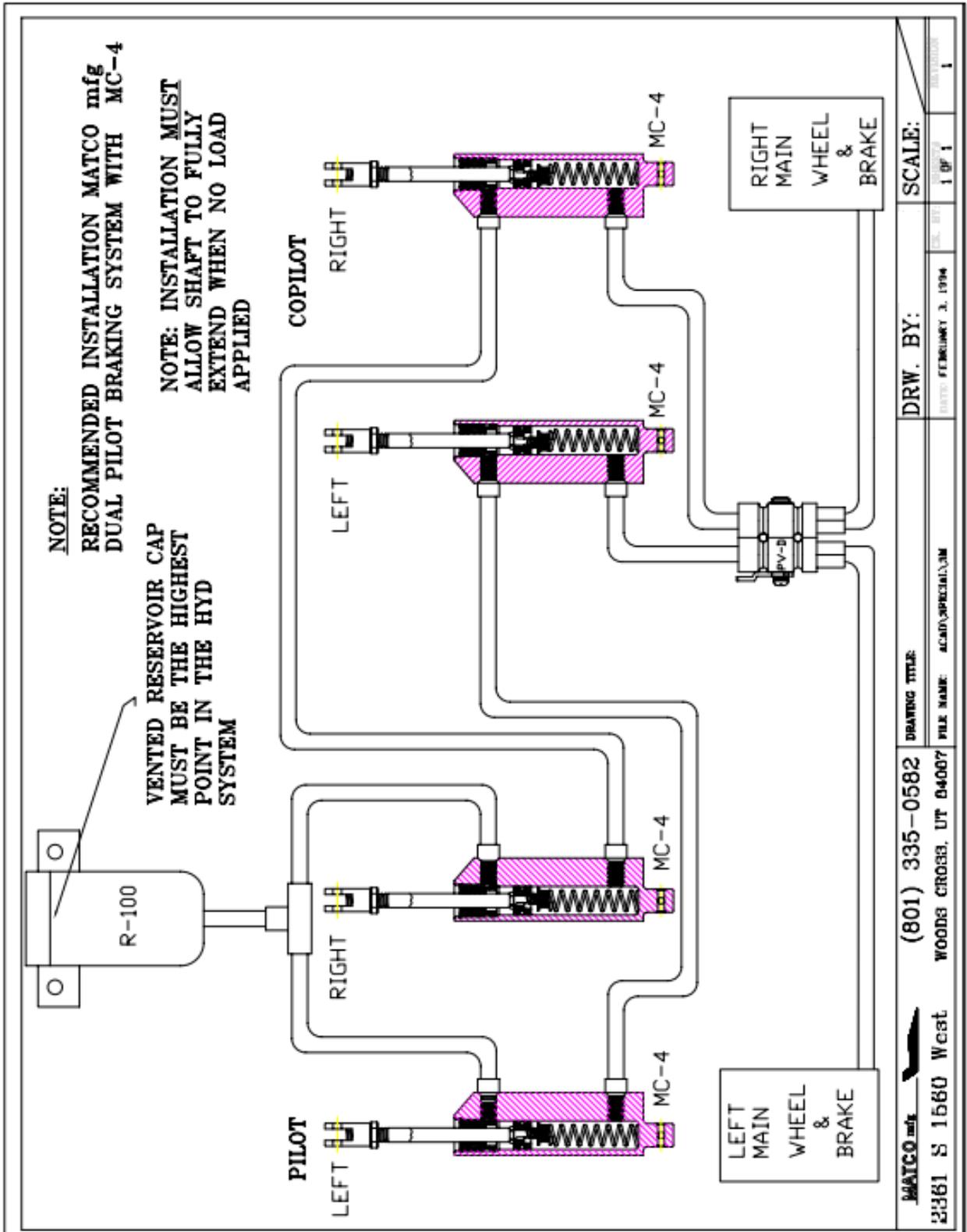


FIG. 11 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA MATCO PVPV-D (1)

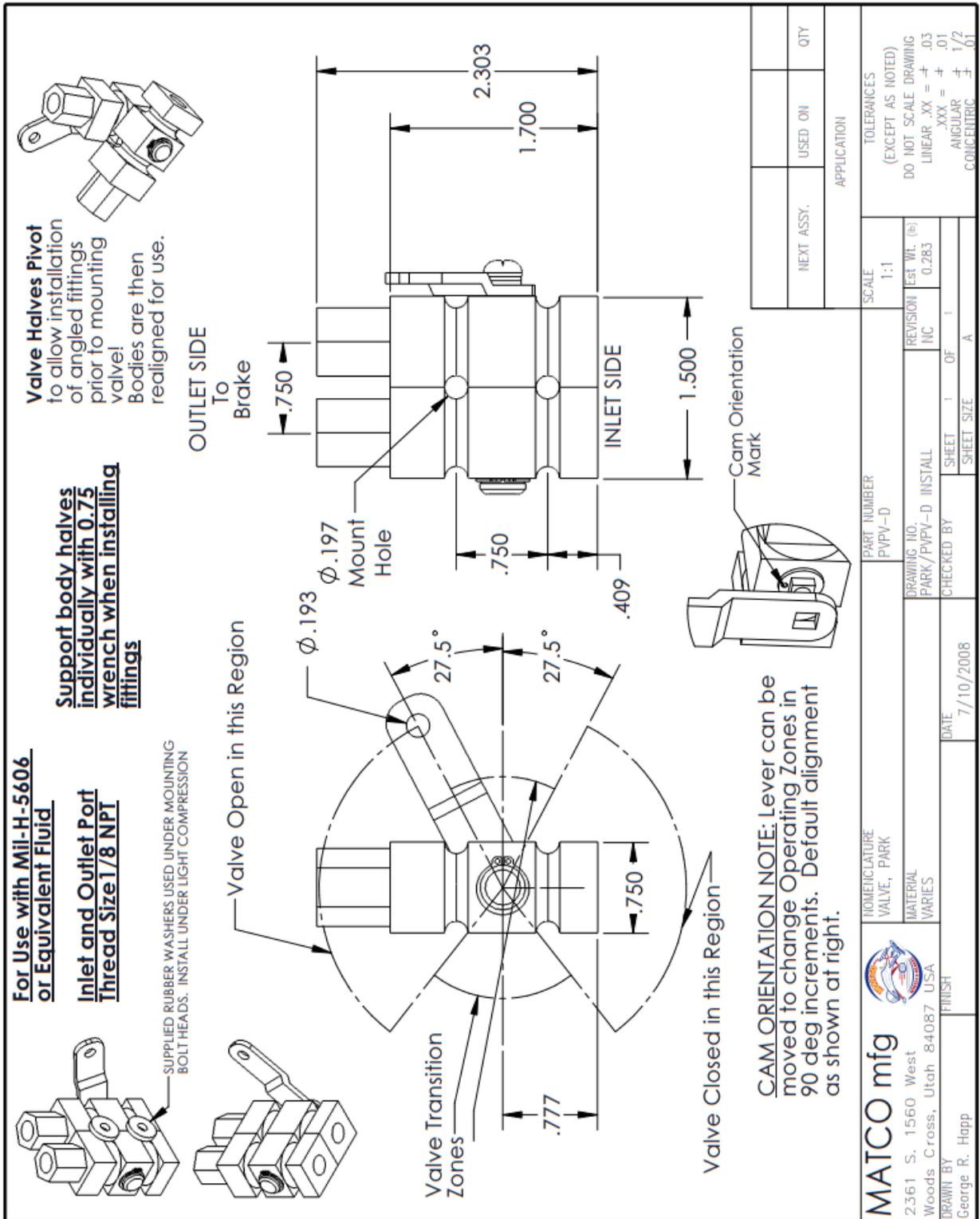


FIG. 12 INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA MATCO PVPV-D (2)