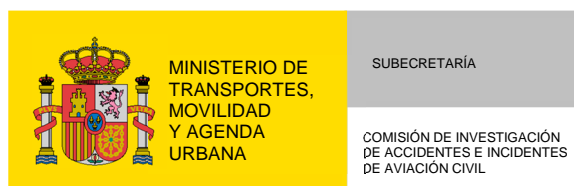


Informe técnico

ULM A-020/2022

Accidente ocurrido el día 17 de julio de 2022, a la aeronave Esqual VM-1, matrícula EC-ZFF, en el aeródromo de Totana (Murcia, 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 de 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. 5.5 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, 4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente, la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

ÍNDICE

ADVERTENCIA.....	0
ABREVIATURAS	2
Sinopsis.....	1
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	2
1.1. Reseña del accidente	2
1.2. Lesiones a personas	3
1.3. Daños sufridos por la aeronave	3
1.4. Otros daños.....	3
1.5. Información sobre el personal.....	3
1.6. Información sobre la aeronave	4
1.7. Información meteorológica.....	4
1.8. Ayudas para la navegación.....	5
1.9. Comunicaciones	5
1.10. Información de aeródromo.....	5
1.11. Registradores de vuelo	6
1.12. Información sobre los restos de la aeronave.....	8
1.13. Información médica y patológica	8
1.14. Incendio	9
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	9
1.16. Ensayos e investigaciones	9
1.17. Información organizativa y de dirección	10
1.18. Información adicional.....	10
1.19. Técnicas de investigación especiales	10
2. ANÁLISIS	11
2.1. Elevada altitud densidad y velocidad de operación	11
2.2. Altitud densidad.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Velocidad en el aterrizaje	12
2.4. Análisis de las aproximaciones.....	12
2.5. Experiencia y planificación previa al vuelo .	¡Error! Marcador no definido.
3. CONCLUSIÓN.....	14
3.1. Constataciones	14
3.2. Causas/Factores contribuyentes.....	14
4. RECOMENDACIONES.....	15

ABREVIATURAS

%.....	Tanto porcentual
°C.....	Grado centígrado
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
ft.....	Pie(s)
GPS	Sistema de posición global por satélite
GS.....	Velocidad respecto al suelo
h.....	Hora(s)
hPA	Hectopascal
IAS	Velocidad indicada
kg.....	Kilogramo(s)
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LEBE	Indicativo OACI aeródromo de Beas de Segura (Jaén)
LEMI	Indicativo OACI aeródromo Murcia-Corvera (Murcia)
LERI	Indicativo OACI aeródromo Murcia-Alcantarilla (Murcia)
LETX	Indicativo OACI aeródromo de Totana (Murcia)
m.....	Metro(s)
mm.....	Milímetro(s)
METAR	Informe meteorológico rutinario de aeródromo
NM	Milla náutica
s.....	Segundo(s)
s/n	Número de la serie
TAS.....	Velocidad verdadera
VFR.....	Reglas de vuelo visual

Informe Técnico ULM A-020/2022

Propietario y operador:	Privado
Aeronave:	Esqual VM-1, matrícula EC-ZFF
Fecha y hora del accidente:	Domingo, 17 de julio de 2022; 12:15 hora local ¹
Lugar del accidente:	Aeródromo de Totana LETX (Murcia)
Personas a bordo:	Tripulación: 1, ileso Pasajero: 1, ileso
Tipo de vuelo:	Avión general – vuelo privado
Fase de vuelo:	Aterrizaje
Reglas de vuelo:	VFR
Fecha de aprobación:	28 de septiembre de 2022

Sinopsis

Resumen:

El domingo 17 de julio de 2022, la aeronave EC-ZFF Esqual VM-1 estaba realizando un vuelo privado, junto con otras tres aeronaves, consistente en una navegación Totana- Beas de Segura -Totana, con parada intermedia en Beas de Segura.

El vuelo de ida se produjo sin novedad, pero en el de regreso a Totana, la aeronave tuvo dificultades para aterrizar por la pista 03. Las condiciones de temperatura eran de 37°C y el viento no era significativo. El piloto realizó cuatro intentos, que interrumpió debido a que la aeronave flotaba cuando iniciaba la recogida y no terminaba de hacer contacto con el terreno. En el quinto intento, tras iniciar la recogida, la aeronave se desvió hacia la izquierda, saliéndose de la pista. La aeronave recorrió 100 m fuera de pista e impactó, a las 12:18 horas, contra el hangar número 12 del aeródromo. Las dos personas a bordo resultaron ilesas.

La investigación ha concluido que la causa probable del accidente de la aeronave EC-ZFF fue la ejecución incorrecta de la maniobra de motor y al aire.

El informe no contiene ninguna recomendación de seguridad.

¹ La referencia horaria de este informe es la hora local, obtenida a partir de los registros radar del vuelo y del programa para la navegación utilizado por el piloto.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del accidente

La mañana del domingo 17 de julio de 2022, dos de los cuatro propietarios de la aeronave EC-ZFF tenían intención de realizar una ruta, de carácter privado, junto con otras tres aeronaves². desde el aeródromo de Totana (LETX). La ruta, bajo reglas VFR planificada desde hacía 10-12 días, era la siguiente:

- Vuelo de ida: Totana (LETX)- Beas de Segura (LEBE), donde realizarían una parada para comer algo.
- Vuelo de regreso: Beas de Segura (LEBE)- Totana (LETX), donde la aeronave tenía su base.

Para cada uno de los trayectos se presentó un plan de vuelo y se activó el trasponder³, por lo que se pudo recuperar información de las trazas radar. Además, el piloto utilizó una aplicación basada en GPS para la navegación cuyos datos pudieron recuperarse. Estas dos fuentes de información confirmaron que el vuelo de ida se realizó entre las 08:33 h y las 09:18 h, en rumbo noroeste. Este trayecto, según describió el piloto, se desarrolló sin incidencias, a excepción de la presencia de térmicas en ruta.

A las 11:13 h la aeronave despegaba desde LEBE para regresar a LETX en rumbo sureste siguiendo la misma ruta que en la ida, pero en sentido opuesto. Al igual que había ocurrido en el trayecto de ida, tuvieron térmicas en vuelo.

A las 11:58 h la aeronave alcanzaba a 2,6 NM al sur del campo e iniciaba el acercamiento al mismo virando a rumbo norte. Este tramo de acercamiento incluyó un viraje 360° a derechas y el sobrevuelo de la pista a las 12:01 para identificar que la pista en servicio era la 03. Tras completar el circuito, la aeronave iniciaba la aproximación configurada con 3 puntos de flap:

- 12:04: inicio de la primera aproximación y ejecución de motor y al aire.
- 12:07: inicio de la segunda aproximación y ejecución de motor y al aire.
- 12:10: inicio de la tercera aproximación y ejecución de motor y al aire.
- 12:13: inicio de la cuarta aproximación y ejecución de motor y al aire.
- 12:17: inicio de la quinta aproximación, salida de pista por la izquierda e impacto contra el hangar número 12 del aeródromo.

Según la descripción del piloto, en los cuatro primeros intentos de aterrizaje tuvo que realizar una maniobra de motor y al aire debido a que cuando iniciaba la recogida sobre el umbral, el avión flotaba, se iba al aire y no conseguía posarse en la pista. Además, notaba inestabilidad. En el quinto intento volvió a producirse el mismo efecto, pero esta vez entrando el plano izquierdo en pérdida. Decidió interrumpir la toma, aplicando potencia, con la intención, esta vez, de cambiar de cabecera. Sin embargo, cuando inició la maniobra, la aeronave se desvió hacia la izquierda de la pista, saliéndose por la franja izquierda y dirigiéndose hacia la zona de hangares.

² De las tres aeronaves adicionales, una operó desde Totana.

³ Vuelo de ida con código 7030. Vuelo de regreso con código 7204. Ambos trayectos se realizaron sin activar el modo C del trasponder debido, según informó el piloto, a un problema con el equipo de a bordo, por lo que el valor de la altitud de vuelo no estaba disponible en la información radar. La utilización del trasponder se debe a que atraviesan zonas controladas (CTR Murcia).

Los datos registrados confirmaron que la aeronave llegaba al umbral a las 12:17:47 y que inmediatamente después la trayectoria se desviaba a la izquierda, saliéndose de la pista dos segundos después. La aeronave recorrió un total de 100 m fuera de la pista, combinando contactos con el terreno y rebotes al aire, hasta que a las 12:17:53 impactó contra el hangar número 12 del aeródromo, donde quedó detenida.

Los dos ocupantes resultaron ilesos y pudieron abandonar la aeronave por sus propios medios.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Muertos				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	1	1	2	---
TOTAL	1	1	2	---

1.3. Daños sufridos por la aeronave

Los daños más importantes afectaron al plano derecho, hélice, pata derecha del tren principal y tren de morro. De menor entidad, la aeronave presentaba daños en el plano izquierdo, fuselaje delantero y motor.

1.4. Otros daños

Puerta de acceso del hangar número 12 del aeródromo de Totana.

1.5. Información sobre el personal

El piloto, de 46 años, era piloto de ultraligero desde el año 2017 y poseía una habilitación en multieje de ala fija en vigor hasta el 2023. Su certificado médico clase 2 estaba en vigor hasta octubre de 2022. Acumulaba una experiencia total de 114 horas 10 minutos de vuelo, repartidas en los siguientes modelos:

- Aeroprakt 22: 65 horas (57%)
- Esqual: 25 horas 40 minutos (22%)
- Savannah: 12 horas 35 minutos (11%)
- Tecnam P96: 10 horas 55 minutos (10%)

Su actividad con el Esqual había comenzado cuando se incorporó como socio en noviembre de 2018, y su primer vuelo registrado se realizó en febrero de 2019.

El último año había volado 8 horas totales. Los últimos seis meses había volado 4 horas 5 minutos, sólo en el Esqual. Su actividad reciente había consistido en un vuelo de 2 horas tres semanas antes.

1.6. Información sobre la aeronave

La aeronave, Esqual VM-1, con s/n 00100/1489, es un ultraligero de construcción por aficionados, construido y matriculado en España en el año 2001. El propietario actual lo había adquirido en noviembre de 2018, junto con 3 socios, entre ellos el piloto del accidente. La aeronave estaba basada en el aeródromo de Totana (Murcia). Estaba equipada con un motor Rotax 912ULS, s/n 4426841. En el momento del evento, aeronave y motor acumulaban 820 horas 43 minutos.

Manual de Vuelo: limitaciones (Capítulo 3)

- Velocidad de pérdida: no superior a 65 km/h.
- Velocidad de pérdida con flaps: 63 km/h.
- No se especifica limitación por viento.

Manual de Vuelo: carga y centrado (Capítulo 8)

Con dos personas a bordo de 85 kg, un peso en vacío de 230 kg, 8 kg de equipaje y 44 kg de combustible, se obtienen 439 kg de peso y una posición del centro de gravedad de 1844,17 mm en el momento del accidente. Estos valores están dentro de los límites (450 kg y 1680-1880 mm) definidos en el Manual de Vuelo.

Manual de vuelo: aproximación y aterrizaje (Capítulo 6)

Según el Manual de Vuelo la aproximación se debe realizar con full flap (4 puntos) en todos los casos a excepción de pistas largas o situadas al nivel del mar. Respecto a las velocidades:

- El tramo final debe realizarse a 95-100 km/h.
- En el umbral, se debe retardar el gas hasta ralentí y recoger para perder el exceso de velocidad.
- El contacto con la pista debe realizarse a 65-70 km/h.

Manual de vuelo: actuaciones del avión (Capítulo 7)

Para condiciones de campo de viento calma, superficie lisa, seca y de tierra compactada:

- La carrera de aterrizaje es de 100 m y la distancia de aterrizaje de 200 m. Todo esto realizado con una velocidad de aproximación de 95 km/h y 60-65 km/h en la toma de contacto.
- La carrera de despegue es de 82 m y la distancia de despegue de 141 m. Todo esto realizado con una velocidad de despegue de 65 km/h.
- Régimen de máximo ascenso, con hélice en posición de despegue: 10 m/s.

1.7. Información meteorológica

Para estimar las condiciones meteorológicas en el aeródromo de Totana LETX (640 ft de elevación), se han utilizado dos fuentes de información: la estación meteorológica de AEMET más cercana y los aeródromos con información METAR más cercanos.

Estación meteorológica AEMET de Totana:

Los registros de temperatura recogidos por la estación meteorológica de Totana de AEMET⁴, indican que entre las 09:00 y las 18:00 la temperatura en LETX superó los 35°C, y que entre las 11:00 y las 15:00, se mantuvo en 37°C. Para el periodo de operación de la aeronave EC-ZFF, los valores de temperatura en Totana fueron los siguientes:

hora local	temperatura (°C)
08:00 (despegue desde LETX)	31
09:00	35
10:00	36
11:00	37
12:00 (aterrizaje en LETX)	37

Respecto al viento, se registraron 15 km/h (8 kt) de velocidad máxima del viento a las 16:50 h (la estación no registra dirección).

Condiciones meteorológicas estimadas en LETX durante la toma:

Se concluye que durante los intentos de aterrizaje entre las 12:04 y 12:17 horas, en LETX había una temperatura de 37°C. El viento era inferior a los 6 kt (11 km/h), probablemente del sureste y variable, lo que operando por la pista 03 supondría unas componentes inferiores a 2,8 km/h de viento en cara y de 10,6 km/h de viento cruzado. La visibilidad era máxima y el QNH era de 1018-1019 hPa.

Información sobre la meteorología reportada por los testigos y el piloto:

Los testigos confirmaron que ese día la temperatura era muy elevada y que no se daban condiciones limitativas para la operación.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplica.

1.9. Comunicaciones

La aeronave no realizó comunicaciones durante el evento.

1.10. Información de aeródromo

El aeródromo de Totana LETX (Murcia) tiene una elevación de 640 ft. Tiene una única pista 03/21 de asfalto, situada en un terreno de 550 m de longitud. El umbral de la pista 03 está desplazado 100 m por lo que la distancia disponible es de 450 m, mientras que la distancia disponible operando por la pista 21 es 550 m. La cabecera de la pista 03 está dos metros más elevada que la cabecera 21, lo que supone una pendiente negativa de un 0,4%. La zona de hangares contra la que chocó la aeronave se sitúa a la izquierda de la pista 03, a lo largo del primer tercio de la

⁴ Estación ubicada en la localidad de Totana, 5 km al oeste del aeródromo, con 738 ft de elevación.

pista. El circuito se hace al este del campo a una altura de 500 ft y existen tres puntos de entrada al campo (N, S y E).

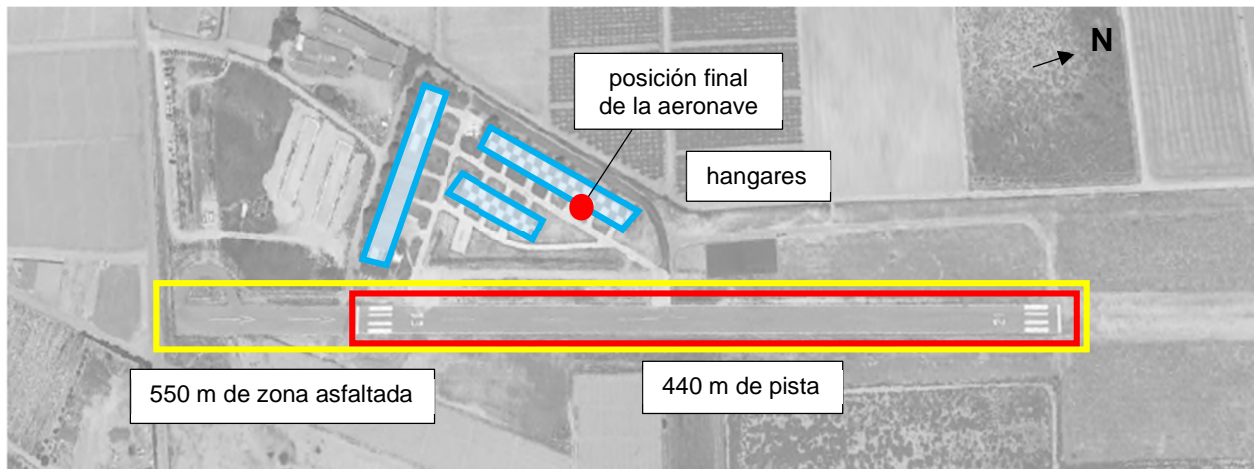


Figura 1. Aeródromo de Totana LETX

La pista 09 del aeródromo de Beas de Segura LEBE, donde aterrizó en el vuelo de ida, tiene una longitud de 1350 m.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registradores de vuelo, por no ser preceptivos para la operación. Sin embargo, se pudieron obtener datos de vuelo a partir de un sistema de navegación y del transponder activado durante el vuelo. Ambas fuentes de información proporcionaron datos coherentes entre sí y coincidían en las referencias horarias.

Fase de ruta:

Respecto a las fases de navegación de los vuelos de ida y de vuelta, no se consideran de interés para la investigación, por lo que no se incluye información al respecto. Tan solo se menciona que la descripción de altitudes de vuelo y velocidades descritas por el piloto pudieron ser consistentes con los datos registrados.

Aproximación y toma de contacto en LEBE:

El circuito se realizó a más de 500 ft sobre el terreno.

El viraje a base se realizó a 1100 m de la cabecera a 570 ft de altura.

A 500 m de cabecera, la aeronave se encontraba a 414 ft y 131 km/h de GS.

Sobre el umbral, se encontraba a 62 ft y 124 km/h GS (116 IAS⁵).

Se estima que la recogida se pudo iniciar a los 428 m de la cabecera, cuando la aeronave se encontraba a 8 ft y 72 km/h GS (68 km/h IAS).

La toma de contacto se produjo transcurridos 890 m desde la cabecera y 462 m desde el punto estimado de recogida.

⁵ IAS calculada considerando el viento y las correcciones por altitud y la temperatura.

Aproximaciones en LETX:

Los cuatro circuitos de tráfico se realizaron a una altitud media de 350 ft sobre la elevación de la pista y tuvieron la misma extensión en planta. El tramo final del circuito se inició en todas las ocasiones en un punto situado a 1500 m de la señal de umbral de pista.

Los valores de los perfiles de vuelo de las cinco aproximaciones realizadas se muestran en las tablas siguientes. Los datos de partida corresponden a la velocidad respecto al suelo (km/h) registradas por el GPS. Considerando viento nulo y las correcciones por temperatura y altitud, se ha calculado la velocidad indicada IAS (km/h). Los valores de altura (ft) se refieren a la altura respecto a la cabecera 03 según la aeronave se iba acercando a la pista en el tramo final del circuito.

posición aeronave	velocidad (km/h)									
	1ª aprox		2ª aprox		3ª aprox		4ª aprox		5ª aprox	
	GS	IAS	GS	IAS	GS	IAS	GS	IAS	GS	IAS
a 1500 m	122	115	120	113	137	129	152	143	141	132
a 500 m	117	110	109	102	117	110	154	145	106	100
en cabecera	131	123	94	88	106	100	131	123	70	66

posición aeronave	altura respecto al cabecera 03 LETX (ft)				
	1ª aprox	2ª aprox	3ª aprox	4ª aprox	5ª aprox
a 1500 m	207	248	184	226	242
a 500 m	103	138	125	114	129
en cabecera	25	26	14	9	7
senda	2,7°	3,9°	3,8°	3,6°	4,2°

Salida de pista en LETX:

Los datos del GPS indican que a las 12:17:47 la aeronave se encontraba en umbral de la pista 03, a 70 km/h GS y 66 km/h de IAS, con una altura sobre la pista de 7 ft. Desde aquí hasta el impacto contra el hangar a las 12:17:53 los datos muestran:

- Un desvío continuo hacia la izquierda desde la misma cabecera.
- La salida de pista se produjo dos segundos más tarde, a las 12:17:49, tras recorrer 56 m. En este punto la aeronave había ganado altura (11 ft) y velocidad (104 km/h GS).
- Durante los 100 m recorridos fuera de pista, la aeronave describió un ascenso leve y luego un descenso hasta el suelo a la vez que disminuía su velocidad.



Figura 2. Trayectoria durante la salida de pista

1.12. Información sobre los restos de la aeronave

La aeronave se desplazó durante 100 m desde que se salió de la pista hasta que quedó detenida en el hangar 12 del aeródromo. En este trayecto, se distinguen dos zonas:

- los primeros 55 m en los que no se identificaron huellas en el terreno, y que corresponden a la fase en la que la aeronave se elevó y ganó altura, tal y como se describe en el apartado anterior.
- los últimos 45 m en los que aparecen marcas de contacto y arrastre: primero del extremo del plano izquierdo y después de la pata derecha del tren principal.

Una vez alcanzó la zona de hangares, la aeronave impactó de frente, produciéndose el contacto del morro del avión y del plano derecho contra el árbol situado en la puerta. Como consecuencia de estos contactos descritos anteriormente, la aeronave resultó con daños en el plano derecho, plano izquierdo, tren principal, motor y fuselaje delantero.



Figura 3. Posición final y vista frontal.

1.13. Información médica y patológica

Las dos personas a bordo resultaron ilesas y no necesitaron atención médica.

1.14. Incendio

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

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

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

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1 Cálculo de la altitud densidad (DA)

Con objeto de evaluar el efecto de las condiciones ambientales de operación en el comportamiento de la aeronave, se han calculado la altitud de presión y la altitud densidad, durante el despegue y la toma, obteniéndose los siguientes resultados:

- Elevación del campo: **640 ft**
- QNH: 1018 hPa
- Altitud de Presión (PA)⁶: 499 ft
- Temperatura ISA a 640 ft: 13,73°C
- Temperatura en el despegue: 31°C
- Altitud densidad (DA) en el despegue: **2530 ft**
- Temperatura en la toma: 37°C
- Altitud densidad (DA)⁷ en la toma: **3263 ft**

1.16.2 Efecto de la altitud densidad en las distancias de operación

El cálculo del efecto de la altitud densidad sobre las distancias de despegue y aterrizaje para la operación de la aeronave en LERE proporciona los siguientes valores (considerando condiciones óptimas de operación):

Efecto de la DA en	Incremento	Distancia teórica según Manual de Vuelo (m)	Distancia necesaria el día del accidente (m)
Distancia de despegue	30%	141	183
Distancia de aterrizaje	15%	200	230

1.16.3 Efecto de la altitud densidad en el régimen de ascenso

El aumento de la altitud densidad tiene efecto negativo sobre el régimen de ascenso que, en el caso del evento, se cuantifica en un 30%, pasando de 8-10 m/s a 6-8 m/s.

1.16.4 Efecto del incremento de velocidad en las distancias de operación

⁶ Elevación del campo corregida por presión.

⁷ Altitud de presión corregida por temperatura.

Utilizando los valores de velocidad IAS en cabecera durante las aproximaciones realizadas (una en LEBE y 5 en LERE), y en relación con el rango de velocidades recomendadas de operación en el Manual de Vuelo (65-70 km/h) para obtener las distancias teóricas de aterrizaje, se obtienen los siguientes incrementos:

Efecto de velocidad en la toma en la distancia de aterrizaje	Incremento	Distancia teórica según Manual de Vuelo (m)	Distancia necesaria el día del accidente (m)
Toma en LEBE	177-221%	200	553-641
1º aprox en LERE	209-258%	200	617-716
2ª aprox en LERE	59-84%	200	318-369
3ª aprox en LERE	102-134%	200	404-469
4ª aprox en LERE	209-258%	200	617-716
5ª aprox en LERE	2%	200	204

1.17. Información organizativa y de dirección

No aplicable.

1.18. Información adicional

No aplicable.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No aplicable.

2. ANÁLISIS

El domingo 17 de julio de 2022, la aeronave EC-ZFF sufrió una salida de pista cuando realizaba el quinto intento de aterrizaje por la pista 03 del aeródromo de Totana LETX. El análisis que se desarrolla a continuación se ha centrado en los aspectos operacionales del vuelo, habiéndose descartado la influencia de la aeronave o de cualquiera de sus sistemas.

Los aspectos operacionales que se analizan tienen que ver con la contribución en la salida de pista de los repetidos intentos de aterrizaje previos, y en cómo estos intentos se debieron a la no identificación del efecto combinado de la alta altitud densidad y el exceso de velocidad como causa de las actuaciones de la aeronave.

2.1. Elevada altitud densidad y velocidad de operación

Dentro de los factores que afectan a las operaciones de aterrizaje (peso, altitud densidad, pendiente de la pista, viento, configuración de la aeronave, estado de la pista y velocidad de aterrizaje), la información recopilada durante la investigación ha permitido descartar la influencia de:

- el peso de la aeronave, que estaba dentro de límites.
- el viento, cuyos valores se han considerado no significativos.
- la pendiente de la pista 03 que, aunque negativa, se considera sin efecto.
- la configuración de la aeronave, en cuanto a la utilización de un calaje de flap habitual para el piloto.
- el estado de la pista, en este caso de asfalto y en buen estado, no es una superficie que contribuye a aumentar la distancia de frenado.

Sin embargo, en lo que respecta a la altitud densidad y a las velocidades de aterrizaje, la investigación ha confirmado su contribución en el evento y son consistentes con el comportamiento de la aeronave descrito por el piloto.

2.2. Altitud densidad

La altitud densidad permite entender que el despegue y aterrizaje que realizó la aeronave EC-ZFF desde el aeródromo de Totana, el día del accidente no se estaba realizando desde 640 ft, sino desde un aeródromo situado a 2530 ft en el despegue y 3263 ft en el aterrizaje. Este desplazamiento en altura del aeródromo es importante por su efecto en la disminución de la densidad del aire, y tuvo una implicación muy clara desde el punto de vista operativo: existía diferencia entre la IAS y la TAS, siendo la TAS superior a la IAS. Cuando existe esta diferencia, hay que tener claro que, aunque en cabina el piloto pudiese estar ajustando su velocidad en el anemómetro (IAS) a la del Manual de Vuelo, se deben esperar los siguientes efectos durante el aterrizaje:

- mayor velocidad respecto al suelo.
- mayor distancia necesaria para detener la aeronave.
- mayor efecto suelo y, por tanto, flotación de la aeronave.
- diferentes sensaciones del piloto tras la recogida, respecto a otros días, debido a todos los efectos anteriores.

Estos efectos son los que permiten entender el comportamiento reportado por el piloto de que la aeronave “flotaba y no conseguía posarse en la pista”.

La influencia de la altitud densidad en la distancia de aterrizaje, suponiendo que las velocidades de aproximación se hubiesen ajustado al Manual de Vuelo, permitía el aterrizaje con seguridad en Totana, ya que los incrementos suponían valor total de 230 m, inferior a los 450 m disponibles. La operación en estas condiciones requería esperar a que la aeronave recorriese más distancia de la necesaria habitualmente antes de hacer contacto con la pista. En este caso, parece que el piloto no reconoció completamente lo que estaba pasando y las causas por las que la aeronave seguía flotando, interrumpiendo las tomas en cuanto reconocía una evolución del vuelo diferente a la habitual.

2.3. Velocidad en el aterrizaje

La velocidad en la maniobra de aterrizaje debe ser mantenida en los valores de IAS definidos en el Manual de Vuelo para conseguir las distancias de aterrizaje teóricas, en este caso 200 m. Los datos muestran que los valores de IAS durante las aproximaciones, cuando la aeronave se encontraba sobre el umbral en todas las aproximaciones, a excepción de la última, eran superiores a los definidos en el Manual. Este exceso de velocidad tuvo un efecto directo en la prolongación de la fase de flotación tras la recogida y, por lo tanto, en el incremento, de la distancia de aterrizaje. Los cálculos incluidos en el apartado 1.11 muestran este efecto, en el que se puede observar que, a excepción de la segunda y la quinta aproximación, la pista disponible en LETX era insuficiente para detener la aeronave.

2.4. Análisis de las aproximaciones

Aproximación en Beas de Segura LEBE:

En la aproximación a LEBE del trayecto de ida se realizó una aproximación y aterrizaje alto y con un exceso de velocidad indicada y respecto al suelo. En este caso, el efecto de la altitud densidad y del exceso de velocidad se tradujeron en distancias de aterrizaje de más de 400 m que no tuvieron consecuencias debido a que la longitud de la pista de LEBE (más de 1000 m) absorbió estas circunstancias. Este perfil de aproximación se repetiría en Totana más tarde, pero esta vez con consecuencias sobre la operación debido a que la pista de Totana es significativamente más corta.

1ª y 2ª aproximaciones en Totana LETX: correcciones en velocidad

La altura y velocidad sobre la cabecera en las dos primeras aproximaciones fueron elevadas (25-26 ft y velocidades de 131 y 94 km/h GS) para realizar un aterrizaje con esta aeronave en una pista de esta longitud. Si bien la velocidad en el segundo intento se corrigió, siguió siendo elevada. El comportamiento de la aeronave tras la recogida fue coherente con estas condiciones de alta altitud densidad y velocidad, y se mantuvo flotando a la vez que avanzaba sobre la pista a más velocidad que la habitual y que la indicada, sin llegar a hacer contacto con el terreno. Todo esto motivó que el piloto, con buen criterio, interrumpiese el aterrizaje.

3ª y 4ª aproximación en Totana: correcciones en altura

La corrección en la tercera aproximación se reflejó en la altura sobre la cabecera, que disminuyó de 25-26 ft a 14 ft, lo cual podría haber sido suficiente. Pero al igual que en los intentos anteriores, la velocidad se mantuvo en valores altos (106 km/h GS) e implicó que a la hora de decelerar el avión aumentando el ángulo de ataque, este tuvo que volar mucha distancia sobre la pista antes de poder hacer contacto sobre la misma. Ante esta misma evolución del vuelo sobre la pista, la decisión del piloto volvió a ser la misma y realizó un motor y al aire.

En la cuarta aproximación la corrección volvió a realizarse respecto a la altura sobre el umbral, que en este caso fue de 9 ft, valor adecuado para empezar la recogida en este punto, pero la velocidad no solo siguió siendo excesiva (131 km/h GS) sino que incluso aumentó, empeorando la fase de flotación y alargando la carrera de aterrizaje. Nuevamente, el piloto abortó la maniobra.

Última aproximación en Totana:

En la última aproximación parece que el piloto fue consciente de la necesidad de comenzar la recogida a menos altura sobre la pista y a realizarla a una velocidad inferior, que, de hecho, fue mucho menor que las anteriores. Esto se tradujo en que en la cabecera se situó a 7 ft, lo que se considera adecuada para realizar la recogida si la velocidad vertical no es excesiva, y a una velocidad de 70 km/h GS sobre el suelo, 66 km/h IAS. En este momento el piloto debió iniciar la recogida, como en los casos anteriores y, según su descripción entró en pérdida el plano izquierdo. Teniendo en cuenta que la velocidad de pérdida (63 km/h con flap) es muy cercana a los valores de velocidad en la cabecera registrados (66 km/h), se considera muy posible que, efectivamente, ocurriese este fenómeno.

Tras la pérdida, la aplicación de motor en un intento de recuperar el control, probablemente no completamente compensado, contribuyó al desvío hacia la izquierda. El desvío duró 6 segundos y se recorrieron 156 m. Este recorrido tan corto y la extensión de los daños concuerdan con una baja velocidad de la aeronave en el inicio del evento.

La entrada en pérdida como causa inmediata a la salida de pista se entiende como consecuencia de las cuatro aproximaciones previas en las que el piloto había realizado las aproximaciones con un exceso de velocidad notable, en las que había intentado corregir, sin éxito, parámetros del vuelo, y no terminaba de identificar adecuadamente las causas de por qué los vuelos previos habían evolucionado de tal forma.

Por último, los daños en la aeronave son posteriores al evento, sin contribución alguna al mismo. La descripción del evento, por parte del piloto, también es consistente con los datos recopilados.

3. CONCLUSIÓN

3.1. Constataciones

- El vuelo se realizaba en condiciones de elevada altitud de presión.
- La pista 03 tenía una longitud suficiente como para aterrizar en las condiciones de alta altitud densidad siempre que se mantuviesen las velocidades indicadas en el Manual.
- El piloto realizó 5 intentos de aterrizaje, siendo en el último en el que ocurrió el accidente.

3.2. Causas/Factores contribuyentes

La investigación ha concluido que la causa probable del accidente de la aeronave EC-ZFF fue la ejecución incorrecta de la maniobra de motor y al aire.

4. RECOMENDACIONES

No se emite ninguna recomendación.