Informe técnico
A-018/2023

Accidente ocurrido el día 11 de agosto de 2023, a la aeronave CESSNA 350, matrícula N1097L, en el aeropuerto de Sabadell (Barcelona)

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.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE
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.

INDICE

Advertencia ii
INDICE iii
ABREVIATURAS iv
1. INFORMACION FACTUAL 7
1.1. Reseña del accidente 7
1.3. Daños sufridos por la aeronave 7
1.4. Otros daños 7
1.5. Información sobre el personal 7
1.5.1. Piloto 7
1.5.2. Información sobre la planificación del vuelo 8
1.6. Información sobre la aeronave 8
1.6.1. Información general 8
1.6.2. Estado de aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave 9
1.6.3. Procedimiento de aterrizaje 9
1.6.4. Procedimiento de aterrizaje interrumpido *balked landing (go around)* 9
1.6.5. Cálculo de la distancia y el recorrido de aterrizaje 9
1.6.6. Información sobre el sistema de indicación 10
1.7. Información meteorológica 11
1.8. Ayudas para la navegación 11
1.9. Comunicaciones 12
1.10. Información de aeródromo 12
1.11.1. Traza radar 13
1.11.2. Traza radar vuelo del 6/04/2023 15
1.13. Información médica y patológica 17
1.14. Incendio 17
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia 17
1.16. Ensayos e investigaciones 17
1.16.1. Comprobación del sistema Pitot-estática 17
1.17. Información organizativa y de dirección 18
1.18. Información adicional 18
1.18.1. Grabaciones de cámaras de seguridad 18
1.18.2. Requisitos para operar aviones civiles de los Estados Unidos 19
1.19. Técnicas de investigación especiales 20
2. ANALISIS 21
2.1. Análisis de la operación 21
3. CONCLUSIONES 23
3.1. Constataciones 23
3.2. Causas/factores contribuyentes 23
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL 24

ABREVIATURAS

° ‘ “	Grado(s), minuto(s) y segundo(s) sexagesimal(es)
°C	Grado(s) centígrado(s)
%	Tanto por ciento
AGL	Sobre el nivel del terreno
AMSL	Sobre el nivel medio del mar
ASDA	Distancia disponible de aceleración-parada
ATZ	Zona de tránsito de aeródromo
CEOPS	Centro de operaciones
CTR	Zona de control
EDTF	Indicador de lugar OACI del aeropuerto de Friburgo (Alemania)
EEUU	Estados Unidos
FAA	Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos
ft	Pie(s)
ft/min	Pie(s) por minuto
GS	Velocidad respecto del suelo
h	Hora(s)
HP	Caballo de fuerza
hPa	Hectopascal(es)
IAS	Velocidad indicada
kg	Kilogramo(s)
KIAS	Velocidad indicada en nudos
km	Kilómetro(s)
km/h	Kilómetros por hora
kt	Nudo(s)
kW	Kilovatio(s)
lb	Libra(s)
LDA	Distancia de aterrizaje disponible
LEIB	Indicador de lugar OACI del aeropuerto de Ibiza
LELL	Indicador de lugar OACI del aeropuerto de Sabadell
m	Metro(s)
METAR	Informe meteorológico ordinario de aeródromo (en clave meteorológica aeronáutica)
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PFD	Pantalla principal de vuelo
PPL(A)	Licencia de piloto privado (avión)
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)

RoD	Régimen de descenso
rpm	Revoluciones por minuto
s	Segundo(s)
s/n	Número de serie
SEI	Servicio de extinción de incendios
T/O	Despegue
TAS	Velocidad verdadera
TDZ	Zona de toma de contacto
TODA	Distancia de despegue disponible
TORA	Recorrido de despegue disponible
TWR	Torre de control de aeródromo o control de aeródromo
UTC	Tiempo universal coordinado
V_{FE}	Máxima velocidad con flaps extendidos
VFR	Reglas de vuelo visual
V_O	Velocidad operacional máxima de maniobra

Sinopsis

Propietario y Operador: Privado

Aeronave: CESSNA 350, matrícula N1097L

Fecha y hora del incidente: Viernes, 11 de agosto de 2023, 11:35 h[1]

Lugar del accidente: Aeropuerto de Sabadell (LELL)

Personas a bordo: Dos, piloto y pasajera, ilesos

Tipo de vuelo: Aviación general – Privado

Fase de vuelo: Aterrizaje – Recorrido de aterrizaje

Reglas de vuelo: VFR

Fecha de aprobación: 19 de marzo de 2024

Resumen del suceso:

La aeronave realizaba un vuelo privado con origen en el aeropuerto de Friburgo (Alemania) y destino el aeropuerto de Sabadell (Barcelona). A bordo de la aeronave iban dos personas, el piloto y una pasajera.

Tras contactar con la dependencia de control de aeródromo de LELL, el controlador autorizó al piloto a aterrizar en la pista 13. La aeronave completó la aproximación y aterrizó.

El contacto con la pista tuvo lugar más allá de la mitad de esta.

El piloto no pudo detener el avión antes del alcanzar el extremo de la pista, de forma que la aeronave rebasó el final de pista y continuó rodando por el área asfaltada que hay a continuación, hasta que se detuvo al impactar contra el vallado que discurre paralelo a la vía de servicio del aeropuerto.

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

La investigación ha determinado que la causa de este accidente fue la falta de adherencia a los procedimientos de la aproximación y aterrizaje.

[1]Salvo que se indique otra cosa, todas las horas en el presente informe están expresadas en hora local. La hora UTC se obtiene restando dos unidades a la hora local.

1. INFORMACION FACTUAL

1.1. Reseña del accidente

La aeronave despegó alrededor de las 07:00 UTC del aeropuerto de Friburgo (Alemania), con indicador de lugar OACI es EDTF, con el piloto y una pasajera a bordo para realizar un trayecto cuyo destino final era el aeropuerto de Ibiza (LEIB).

El piloto había previsto realizar el trayecto en dos etapas: la primera desde el aeropuerto de Friburgo hasta el aeropuerto de Sabadell (LELL), donde tenía previsto repostar combustible, y la segunda desde este último hasta el aeropuerto de Ibiza.

El piloto estableció contacto radio con la torre de control del aeropuerto de Sabadell segundos antes de las 11:30 h (09:30 UTC).

El controlador le instruyó a que hiciese una órbita alrededor del punto N para ajustarse a los tráficos que le precedían. Tras ello fue autorizado a aterrizar por la pista 13.

La aeronave contactó con la pista hacia la mitad de esta. El piloto no pudo detener el avión antes del alcanzar el extremo de la pista, de forma que la aeronave rebasó el final y continuó rodando por el área asfaltada que hay a continuación, hasta que se detuvo al impactar contra el vallado que discurre paralelo a la vía de servicio del aeropuerto.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	**Tripulación**	**Pasajeros**	**Total en la aeronave**	**Otros**
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				No se aplica
Ilesos	1	1	2	No se aplica
TOTAL	1	1	2	

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave tuvo daños en el tren de aterrizaje, fuselaje, hélice y ambos semiplanos.

1.4. Otros daños

Un tramo de unos 12 metros del vallado perimetral del aeropuerto resultó derribado a causa del impacto de la aeronave.

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto

El piloto disponía de licencia de piloto privado de avión (PPL(A)), emitida el 13/11/2020, por la República Federal de Alemania, de acuerdo con la Part-FCL.

Asimismo, disponía de certificado médico de clase 2, válido hasta el 5/10/2023.

Su experiencia total de vuelo en el momento del accidente era de unas 220 h, de las cuales alrededor de 55 h eran en aeronaves del mismo tipo que la del suceso.

1.5.2. Información sobre la planificación del vuelo.

Tras el accidente, el piloto aportó la planificación que había realizado.

El trayecto comenzaba en el aeropuerto de origen era Friburgo (EDTF) en Alemania, con destino final en el aeropuerto de Ibiza (LEIB), que había sido dividido en dos vuelos.

El primer trayecto iba desde el aeropuerto de Friburgo (EDTF) en Alemania hasta el aeropuerto de Sabadell (LELL). El segundo trayecto correspondía al vuelo desde el aeropuerto de salida era Sabadell (LELL) y el de destino Ibiza (LEIB).

El piloto utilizó la aplicación ForeFlight Mobile para realizar la planificación. En dicha planificación se establecían unos puntos de paso, así como el rumbo hasta el siguiente punto, desde la posición anterior, la distancia entre ambos puntos, el tiempo estimado en alcanzarlo y el combustible consumido. El piloto realizó estos cálculos considerando una TAS de 182 kt y a nivel de vuelo 090.

El piloto también disponía de las cartas de vuelo, tanto visuales como instrumentales, de los aeropuertos de destino, así como de los aeropuertos alternativos. También tenía los cálculos de la carga y centrado de la aeronave.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general

La aeronave CESSNA 350, es un monomotor de ala baja con un tren de aterrizaje fijo de tipo triciclo, con rueda delantera direccional. En concreto la aeronave N1097L fue fabricada en el año 2008 con el número de serie 421006.

La aeronave estaba equipada con un motor Teledyne Continental IO-550-N, con número de serie 691659, de 310 HP (231 kW) de potencia a 2700 rpm. Montaba una hélice Mc Cauley D3A34C444, con número de serie 070316, tripala de velocidad constante.

Las características generales de la aeronave son las siguientes:

- Envergadura: 35,8 ft (10,91 m)
- Longitud: 25,2 ft (7,68 m)
- Altura: 9,00 ft (2,74 m)
- Tren de aterrizaje
    - Anchura tren principal: 1,80 m
    - Distancia entre ejes (batalla): 1,60 m
- Peso en vacío: 2450 lb (1111,1 kg)
- Peso máximo al despegue: 3400 lb (1542 kg)
- Capacidad de combustible: 2 depósitos de 53 galones cada uno, 106 galones (401 litros) total.
- Velocidad operacional máxima de maniobra (V_O):
    - 127 KIAS (con un peso de 2500 lb).

  - 148 KIAS (con un peso de 3400 lb).
- Máxima velocidad con flaps extendidos (V_{FE}):
  - 129 KIAS (flaps en posición take-off).
  - 119 KIAS (flaps en posición landing).

1.6.2. Estado de aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronave

La aeronave tenía un certificado de aeronavegabilidad en la categoría utility, emitido por la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos el día 17 de abril de 2008.

Las últimas inspecciones de mantenimiento que se realizaron a la aeronave fueron las siguientes:

Fecha	Tipo de inspección	Horas célula	Horas motor	Horas hélice
19/08/2022	100 h/Anual	1210,70	435,30	599,70
7/08/2023	100 h/Anual	1269,10	493,70	658,10

1.6.3. Procedimiento de aterrizaje

El procedimiento normal de aterrizaje que se especifica en el manual de vuelo del avión es el siguiente:

- Velocidad de aproximación (según se requiera para la configuración de flaps).
  - Flaps (posición de crucero)..... de 95 a 100 KIAS
  - Flaps (posición despegue) ..... de 90 a 95 KIAS
  - Flaps (posición aterrizaje) ..... de 85 a 90 KIAS
- Compensador. Ajustado según sea requerido.
- Contacto con la pista. Contactar primero con las ruedas del tren principal.
- Recorrido de aterrizaje. Bajar la rueda de morro suavemente.
- Frenos. Según se requiera.

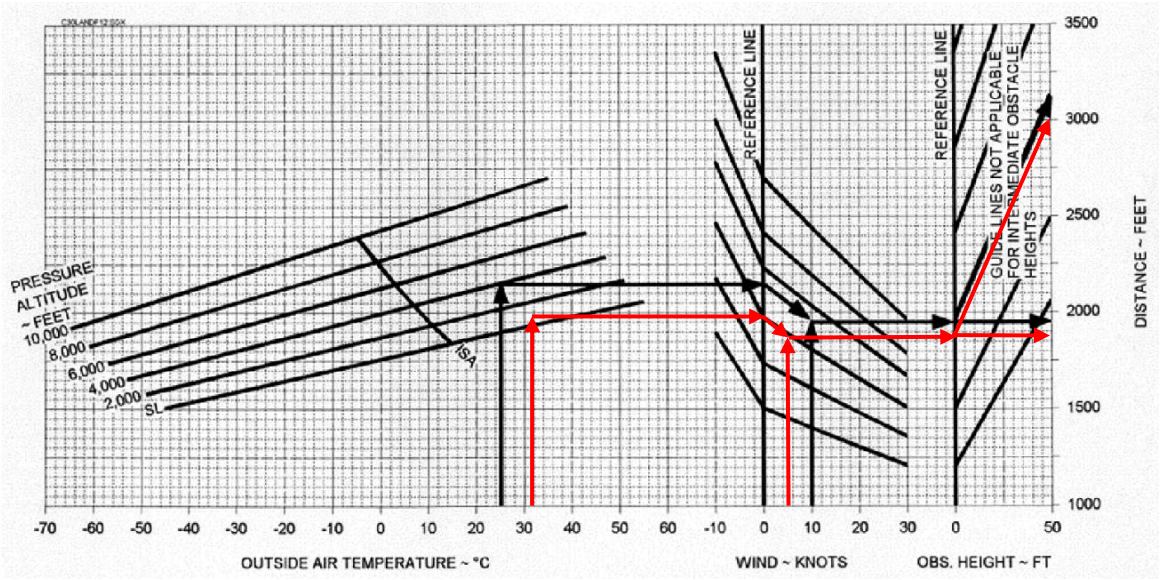
1.6.4. Procedimiento de aterrizaje interrumpido *balked landing (go around)*

El procedimiento a seguir en caso de interrumpir un aterrizaje es el siguiente:

1. Gases .....al máximo
2. Aerofrenos .....Off/down posición
3. Flaps .....posición de despegue
4. Velocidad (air speed) .....80 KIAS
5. Ascenso .....positivo (establecer un régimen de ascenso positivo)
6. Bomba de combustible de reserva .....armada
7. Flaps .....replegar (a 400 ft AGL o por encima de 95 KIAS)

1.6.5. Cálculo de la distancia y el recorrido de aterrizaje

La siguiente tabla permite calcular la distancia y el recorrido de aterrizaje para una selección de flap de 12º (Take off); en pista pavimentada, seca y de pendiente nula; 88 KIAS de velocidad y máximo frenado, en función de las condiciones de altitud de presión, temperatura y viento en el lugar de aterrizaje.



En este caso, la altitud de presión era de unos 440 ft, la temperatura de 32ºC y se ha considerado un viento de cara de 5 kt.

En estas condiciones la distancia de aterrizaje es de 3000 ft (914 m) y el recorrido de aterrizaje es de 1875 ft (571,5 m).

1.6.6. Información sobre el sistema de indicación

La aeronave está equipada con un sistema de aviónica Garmin G1000, que presenta la información de vuelo al piloto a través de dos monitores: el PFD -pantalla principal de vuelo- que está situada en el lado izquierdo del panel de cabina (ver figura 1) y el MFD (pantalla multifunción), que está situada en el lado derecho.

El anemómetro es presentado en la PFD.

La aeronave dispone además de varios indicadores analógicos, entre los que se encuentra un anemómetro, como reserva en caso de que se produzca algún fallo que afecte al sistema principal de presentación.

Un computador de datos aire, situado detrás del PFD, es el encargado de facilitar la información sobre velocidad a este equipo. El computador de datos aire y el indicador analógico de velocidad utilizan las mismas líneas de presión estática y del tubo Pitot.

Figura 1. Fotografía de la pantalla principal de vuelo (PFD) de la aeronave

1.7. Información meteorológica

El accidente ocurrió a las 11:35 h (09:35 UTC). Los Metar del aeropuerto de Sabadell emitidos entre las 10:00 h y las 12:00 h (08:00 – 10:00 UTC) de ese día son los siguientes:

110800Z VRB02KT CAVOK 28/15 Q1021=
110830Z 07003KT 020V120 CAVOK 29/16 Q1021=
110900Z 14002KT CAVOK 31/15 Q1021=
110930Z 22004KT 130V300 CAVOK 32/14 Q1021=
111000Z 22006G19KT CAVOK 33/13 Q1021=

El METAR de las 09:30 UTC, que es el más próximo a la hora del suceso, indica que el viento medio era de dirección 220º y 4 kt de velocidad; la dirección del viento varió entre 130º y 300º, la visibilidad era de 10 km ó más, no había ninguna nube por debajo de 5000 pies, ausencia de cumulonimbos y torrecúmulos y ningún fenómeno meteorológico significativo; la temperatura era de 32ºC; el punto de rocío era 14ºC y el QNH 1021 hPa.

Los METAR anteriores y posterior al suceso evidencian que las condiciones meteorológicas se mantuvieron estables hasta el entorno horario en el que sucedió el accidente. En el METAR posterior a este se observa que hubo un incremento en la velocidad media del viento, así como aparición de rachas.

La información meteorológica que facilitó el controlador al piloto cuando autorizó el aterrizaje (ver 1.9) fue de viento de 260º de dirección y 4 kt de intensidad.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

El primer contacto radio entre la aeronave y la torre de control del aeropuerto de Sabadell se produjo a las 11:29:10 h. El piloto llamó para informar que procedía de EDTF y que se dirigía a Sabadell para aterrizar. Preguntó si era viable el aterrizaje por la ruta norte. El controlador le contestó afirmativamente y le pidió que reportase cuando llegase al punto N y que esperase (expect) la pista 13 con 1021 hPa de QNH. En ese momento la aeronave se encontraba a unos 6,5 km al nornoreste de la localidad de Castellar del Vallés. El piloto colacionó la información correctamente.

A las 11:29:53 h el piloto de la aeronave llamó a TWR de LELL. El controlador le informó de que ya le veía en la pantalla. Le instruyó a que hiciera una órbita sobre el punto N y le informó de que era el número 3 (en la secuencia de aterrizaje). El piloto colacionó adecuadamente.

A las 11:31:52 el controlador indicó al piloto que cuando completase la órbita procediese a final de la pista 13.

A las 11:33:40 el controlador llamó a la aeronave informando de que estaba autorizado el aterrizaje y de que el viento era de 260º de dirección y 4 kt de intensidad.

A las 11:35:18 el controlador activó la alarma y llamó a CEOPS[2] para informar de la salida de pista.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Sabadell (Barcelona), cuyo indicador de lugar OACI es LELL, dispone de una pista de vuelo, 13-31, de 1049 m de longitud y 30 m de anchura, cuyas distancias declaradas son las siguientes:

Pista	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
13	899	899	899	899
31	899	899	899	899

Dispone de señales de umbral, designadora de pista, eje, faja lateral de pista y zona de toma de contacto.

El umbral de la pista 13 tiene una elevación de 148 m (485 ft).

El área situada entre el extremo de la pista 13 y la valla contra la que chocó la aeronave está asfaltada.

El circuito de tránsito de aeródromo está establecido al Norte de la pista a una altitud de 2000 ft AMSL.

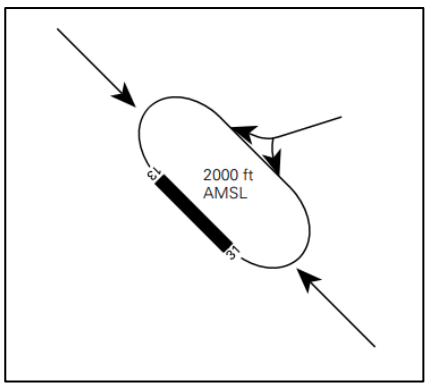


Figura 2. Esquema del circuito de tránsito de aeródromo

[2] Centro de operaciones

La figura 3 contiene la carta de aproximación visual del aeropuerto. El punto N, por el que la aeronave del suceso entró al ATZ del aeropuerto de Sabadell, está situado en Terrasa.

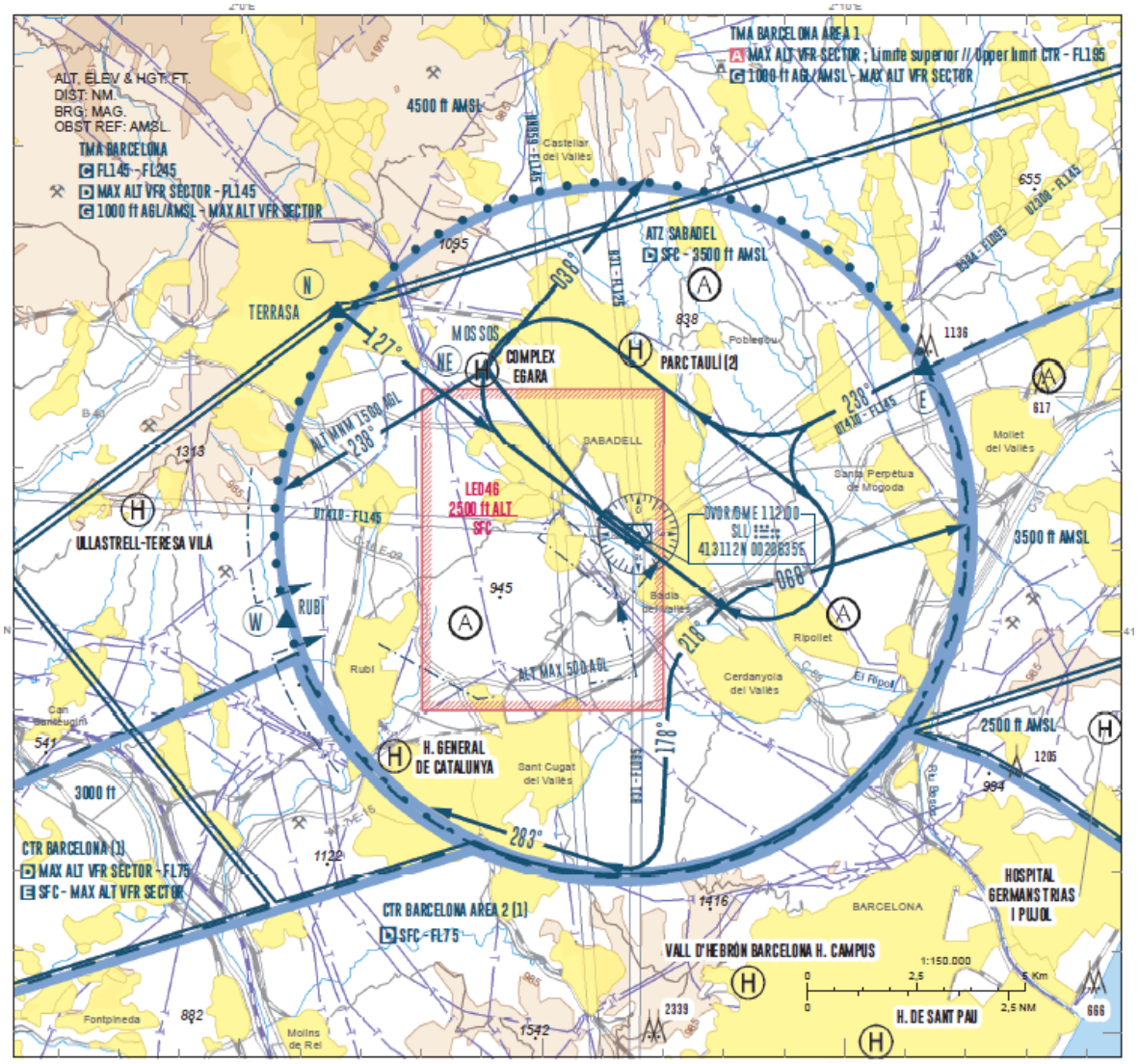


Figura 3. Carta de aproximación visual / VAC – OACI del aeropuerto de Sabadell

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo, ni con un registrador de voz del puesto de pilotaje, no siendo requerida su instalación por la reglamentación aeronáutica en vigor en este tipo de aeronaves.

1.11.1. Traza radar

Se ha estudiado la parte final de la traza radar del vuelo, concretamente desde las 11:31:05 h —momento en el que la aeronave se encontraba al Este del punto N— hasta las 11:34:45 h con la aeronave sobrevolando el umbral de la pista 13.

Al inicio de este tramo, la aeronave volaba con rumbo 205º, 170 kt de velocidad (respecto del suelo), a una altitud de 2900 ft y en descenso.

A las 11:31:43 h, aproximadamente, la aeronave inició la órbita alrededor del punto N. La velocidad de la aeronave era de 156 kt y su altitud de 2800 ft. Esta maniobra finalizó alrededor de las 11:33:25 h, con la aeronave volando a 2000 ft de altitud y 162 kt de velocidad. El tramo en el que la velocidad fue más reducida durante este viraje fue el inicial —entre las 11:31:58 h y las 11:32:20 h— en el que se mantuvo en torno a 150 kt. El rumbo varió en este tramo desde 256º a 322º.

El controlador autorizó el aterrizaje a las 11:33:40 h. En ese momento la aeronave se encontraba al noroeste del aeropuerto, a unos 4700 m de la cabecera de la pista 13, volando en rumbo 136º, con velocidad de 168 kt y 1700 ft de altitud.

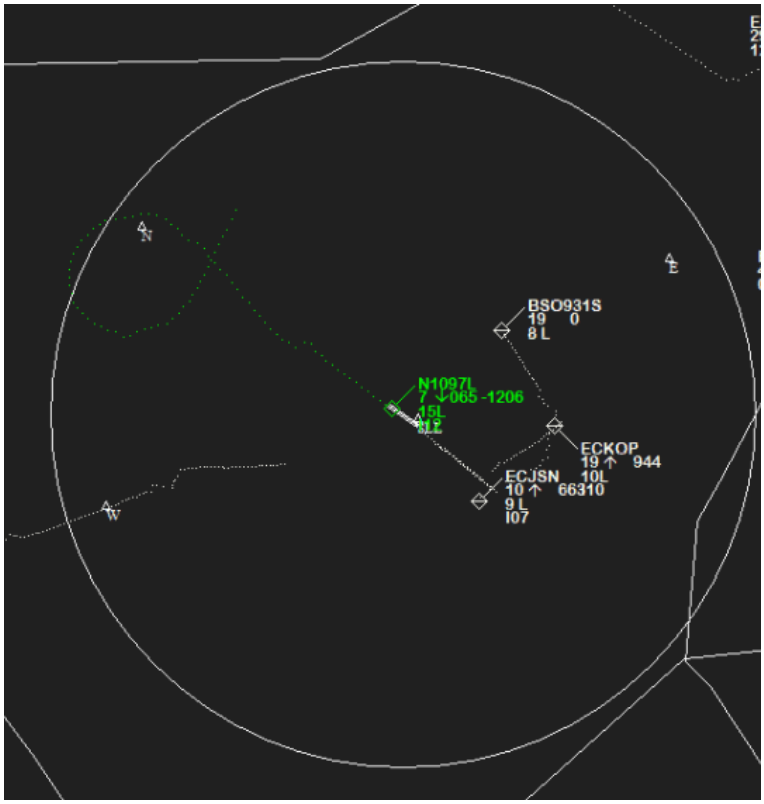


Figura 4. Imagen de la pantalla radar correspondiente al momento en el que la aeronave sobrevolaba el umbral de la pista 13. La línea verde de puntos representa la trayectoria de la aeronave

Dado que las velocidades de operación -las que utiliza el piloto- son las que se reflejan en el anemómetro de la aeronave -velocidad indicada (IAS)-, se ha calculado su valor a partir de la velocidad respecto del suelo, corrigiéndola en función de las condiciones meteorológicas y considerando un viento de cola de 5 kt.

De acuerdo con estos cálculos, el valor más bajo que tuvo la IAS durante la órbita estuvo alrededor de 135 KIAS.

La IAS que tendría la aeronave en el momento en que se autorizó el aterrizaje, 11:33:40 h, sería de 158 KIAS.

El tramo de la traza radar comprendido entre este punto y el último blanco radar, que corresponde a las 11:34:45, se ha dividido en siete segmentos, de los cuales seis son de 10 s de duración y uno (el último) de 5 segundos.

Tramo de tiempo	Longitud (m)	Diferencia altitud (ft)[3]	Velocidad (GS) (kt)	Velocidad KIAS	RoD (ft/min)
11:33:40 - 11:33:50	877	-100	168	158	600
11:33:50 - 11:34:00	798	-200	155	145	1200
11:34:00 - 11:34:10	705	-200	147	138	1200
11:34:10 - 11:34:20	741	-200	144	136	1200
11:34:20 - 11:34:30	760	-200	147	140	1200
11:34:30 - 11:34:40	760	-100	147	140	600
11:34:40 - 11:34:45	389	0	151	144	--

1.11.2. Traza radar vuelo del 6/04/2023

El vuelo del accidente era el segundo que hacía el piloto al aeropuerto de Sabadell. El primero lo había realizado el 6 de abril de 2023. Se recuperó la traza radar de este vuelo, con el objeto de comparar ambas aproximaciones.

En este primer vuelo, la aeronave aterrizó por la otra cabecera de pista (31) y no realizó una aproximación directa, como fue el caso del vuelo del suceso. Accedió al ATZ de Sabadell por el Este y se incorporó al circuito a mitad del tramo de viento en cola, volando a 2300 ft y 170 kt de velocidad respecto del suelo. Durante el vuelo en este tramo fue descendiendo, de forma que a la altura del umbral de la pista 31 su altitud era de 2100 ft, y su velocidad se mantenía en 170 kt.

Continuó descendiendo durante el tramo de base. Al inicio del tramo de final la aeronave estaba a unos 4 km del umbral de la pista 31, su altitud era de 1300 ft y su velocidad se había reducido a 150 kt.

Tanto la altitud como la velocidad continuaron reduciéndose durante este tramo. Así, a 2 km del umbral la altitud era 900 ft y la velocidad de 130 kt; a 1 km la altitud se había reducido a 700 ft y la velocidad a 100 kt.

Cuando sobrevoló el umbral de la pista 31, la altitud era de 500 ft y la velocidad se mantenía en 100 kt.

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

La aeronave dejó tres marcas de frenado sobre la pista, que comenzaban hacia la mitad de esta (ver figura 5).

La primera marca comenzaba a una distancia de 464 m del umbral de la pista 13 y se extendía unos 135 m, interrumpiéndose a la altura del segundo par de señales de zona de toma de contacto de la pista 31. No se apreció marca alguna en el tramo de pista comprendido entre el segundo y el primer par de señales de zona de toma de contacto de la pista 31.

[3] La altitud es un dato facilitado en cientos de pies por el transpondedor de la aeronave. El rango de variabilidad de dicha altitud es ± 50 pies. Por lo tanto, un valor de altitud de 25 (cientos de pies) puede corresponder a cualquier valor de altitud comprendida entre 2450,01 ft y 2549,99 ft.

La segunda marca se iniciaba escasos metros más allá del primer par de señales de zona de toma de contacto de la pista 31 y se extendía unos 107 m, interrumpiéndose entre las señales de umbral y designadora de la pista 31.

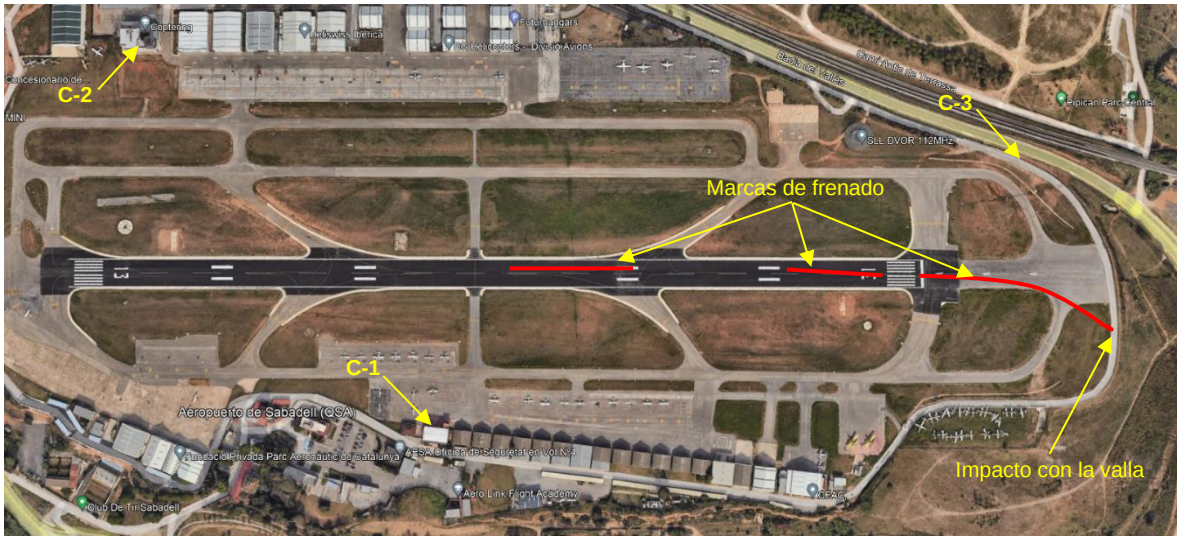


Figura 5. Ortofoto del aeropuerto de Sabadell sobre la que se han señalado las marcas de frenado en pista y el punto de impacto contra el vallado de cerramiento

La tercera marca comenzaba a la altura de la faja transversal del umbral 31 y continuaba sin interrupción hasta el vallado de cerramiento contra el que impactó la aeronave, que quedó detenida en ese lugar.

La distancia total que recorrió la aeronave sobre la pista fue de 630 m.

La parte inferior del vallado de cerramiento está constituida por un muro de hormigón en el que están empotrados los postes metálicos que soportan la malla.

El impacto de la aeronave produjo daños importantes en un tramo de unos 12 m del vallado, derribando 6 postes.

El choque contra la valla produjo daños importantes en la aeronave, que afectaron al tren de aterrizaje -pata delantera colapsada y pata derecha deformada-, hélice y ambos semiplanos.

Figura 6. Fotografías de la aeronave en el lugar donde quedó detenida

De las tres palas de la hélice, dos se encontraban deformadas hacia atrás y exhibían marcas de roce en dirección transversal a la cuerda del perfil de la pala. La tercera pala no tenía ninguna deformación, ni marca ni daño alguno.

Los flaps estaban extendidos a su posición media. No se apreció ninguna deformación ni daño en ellos. Se encontraban correctamente sujetos, sin que se apreciara ninguna holgura significativa.

Se comprobó que había continuidad de mando desde la palanca de control hasta el timón de profundidad y los alerones; así como desde los pedales al timón de dirección. Todas las superficies se movían de forma normal.

La palanca del mando de gases del motor estaba en una posición próxima a máxima potencia. La de control de paso de hélice estaba en su posición más avanzada (máximas vueltas). La palanca de mezcla estaba totalmente atrás (mezcla cortada). Conviene indicar que estos mandos disponen de un sistema de freno para mantenerlas en la posición deseada. Para moverlas es preciso pulsar un botón que hay en el pomo y mantenerlo pulsado mientras se desplaza la palanca.

El mando de flaps estaba en posición T/O, lo que estaba en coherencia con la posición de los flaps.

Todos los disyuntores (breakers) estaban asentados.

La válvula selectora de combustible tiene tres posiciones: depósito izquierdo, depósito derecho y cerrado. Estaba posicionada en el depósito derecho.

1.13. Información médica y patológica

No es de aplicación.

1.14. Incendio

No se produjo incendio.

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.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Comprobación del sistema Pitot-estática

Se realizó una comprobación del funcionamiento del sistema pitot-estática con un equipo Air Data Test Set MPS31C.

En primer lugar, se hizo una prueba de estanqueidad del sistema Pitot, constatándose que, a una presión equivalente a 160 kt, las fugas del sistema eran de 1 kt y que la indicación en el anemómetro analógico era correcta.

A continuación, se hizo una comprobación de lecturas del anemómetro analógico. Seguidamente se energizó la aeronave y se repitió la comprobación de lecturas, tanto en anemómetro analógico como en el presentado en la pantalla del PFD. En la siguiente tabla se presentan los resultados de ambas comprobaciones.

Nudos aplicados en el equipo MPS31C	Lectura en el anemómetro analógico (kt)	Lectura en el anemómetro del PFD (kt)
40	40	39,5
60	60	59,5
80	80	79,5
100	100	99,5
120	120	119,5
140	139	139,5
160	156	159,5
180	176	179,5
200	198	199,5
220	217	219,5

Los resultados obtenidos evidencian que el sistema de Pitot-estática funcionaba correctamente y que los valores de velocidades mostrados en los instrumentos de cabina eran correctos.

1.17. Información organizativa y de dirección

No es de aplicación.

1.18. Información adicional

1.18.1. Grabaciones de cámaras de seguridad

Cuatro cámaras de vigilancia del aeropuerto grabaron imágenes del aterrizaje. Las imágenes más significativas fueron grabadas por tres de las cámaras, identificadas como C-1, C-2 y C-3 en la figura 5.

Como puede verse en esta figura, la cámara C-1 está situada en el flanco sur de la pista. Está orientada hacia el umbral de pista 31, por lo que su campo de visión abarca la mitad este de la pista, cubriendo aproximadamente desde el centro de la pista hasta el umbral 31.

La cámara C-2 está situada en la azotea de la torre de control y está orientada en dirección a la cabecera de la pista 31. Su campo de visión abarca gran parte de la pista de vuelo, pero no su totalidad. Concretamente, quedan fuera de su campo los primeros 300 m de la pista 13.

El campo de visión de la cámara C-3 abarca el área asfaltada que hay más allá del extremo de la pista 13, la valla de cerramiento con la impactó la aeronave y el vial que discurre paralelo a esta.

En las imágenes grabadas por la cámara C-1, se ve aparecer la aeronave, ya posada o a punto de posar, sobre la pista. En el siguiente segundo se aprecia que la aeronave comienza a levantar una nube de polvo y/o humo blanco, probablemente causada por una frenada enérgica (ver figura 7). El polvo deja de levantarse cuando la aeronave alcanza la calle de salida rápida.

La aeronave continúa rodando sobre la pista, alejándose de la cámara a medida que lo hace, lo que dificulta que puedan apreciarse detalles.

Debió alcanzar el extremo de la pista unos 11 segundos después de haber aparecido su imagen.

La primera imagen de la aeronave que registró la cámara C-2 fue a las 13:34:45 h. En ese momento la aeronave se encontraba, aún en el aire, sobre el segundo par de señales de TDZ de la pista 13.

Figura 7. Fotograma obtenido de la grabación de la cámara C-1, en el que se aprecia la nube de polvo levantada por la aeronave

El contacto con el suelo se produjo aproximadamente en el punto en el que la aeronave aparece en la grabación de la cámara C-1.

En la grabación de la cámara C-2 se visualiza todo el recorrido de aterrizaje, aunque debido a la distancia a la cámara, la parte final no se distingue con detalle. No obstante, esta circunstancia no impide apreciar que durante el recorrido por la pista la aeronave levanta tres nubes de polvo, aproximadamente en las zonas en las que se encontraron las marcas de neumático.

El impacto contra la valla quedó registrado en el instante 13:35:05 h.

En los 20 s que transcurrieron desde la aparición de la aeronave en el campo de la cámara C-2 hasta el impacto contra la valla, la aeronave recorrió una distancia de 780 m. La velocidad media resulta ser 140 km/h (75,8 kt).

La cámara C-3 recogió los últimos metros del recorrido de aterrizaje.

Cuando la aeronave alcanzó el vallado perimetral, su velocidad era aún apreciable. De hecho, esta velocidad es la causante de que la cola de la aeronave se eleve al impactar esta contra la valla. Finalmente, la cola descendió y la aeronave quedó detenida.

La cámara registró también la llegada del primer vehículo del SEI, que tuvo lugar 53 s después del choque contra la valla.

1.18.2. Requisitos para operar aviones civiles de los Estados Unidos

Los requisitos relativos a certificados, habilitaciones y autorizaciones necesarios para operar aeronaves de los Estados Unidos —como era el caso de la aeronave del accidente— están recogidos en el código de regulaciones federales 14, Part 61.3.

En esta norma se determina que para actuar como miembro de una tripulación de vuelo de una aeronave civil de los Estados Unidos fuera del territorio de los EEUU, el piloto deberá

disponer de licencia apropiada emitida por la FAA. No obstante, esta regulación contempla que cuando se opere una aeronave dentro de otro país, la licencia de piloto emitida por dicho país puede ser usada.

Como el vuelo del accidente tenía su origen en Alemania y su destino en España, y considerando que las licencias PART-FCL son válidas en los territorios de los estados incluidos en su ámbito de aplicación, entre los que se encuentran Alemania y España, se realizó una consulta con la FAA a fin de recabar su criterio acerca de la aplicabilidad de la excepción en este caso concreto.

La respuesta de la FAA fue que la licencia que tenía el piloto cumplía los requisitos del CFR Part 61.3.

1.19. Técnicas de investigación especiales

No se han utilizado.

2. ANALISIS

2.1. Análisis de la operación

De los datos obtenidos de la traza radar se aprecia que el piloto llegó al punto N del aeropuerto de Sabadell con rumbo 205º, 170 kt de velocidad (respecto del suelo), a una altitud de 2900 ft y en descenso.

El controlador le pidió que orbitara sobre el punto N para ajustarse a los dos tráficos que le precedían. Nada más iniciar esta maniobra, concretamente 9 segundos después, el controlador llamó al piloto indicándole que cuando completase la órbita procediese directamente a la pista 13. Lo que implica que tendría que recorrer mucha menos distancia hasta alcanzar la pista, al no tener que hacer el circuito de tráfico.

Este hecho, que en principio es ventajoso para el piloto al agilizar el aterrizaje, tiene el inconveniente de que reduce el tiempo disponible para configurar el avión adecuadamente para el aterrizaje.

En este caso, el piloto debería haber aprovechado la órbita para ir preparando la aeronave para el aterrizaje. Tendría que haber reducido la velocidad poco a poco hasta alcanzar los 90-95 kt que es la velocidad que se corresponde a la selección de flap que llevaba (flap en posición T/O) y haber mantenido la altitud del circuito (2000 ft).

Esta última condición sí que consiguió cumplir, pero no así la velocidad (162 kt), que incluso se incrementó con respecto a la que tenía al inicio de la órbita (156 kt).

Tras la órbita y una vez que había sido autorizada la aproximación, el piloto se estableció en el tramo final e inició el descenso hacia la pista. Fue en esta fase en la que extendió los flaps. Según los datos GPS, la velocidad de la aeronave en esta fase fue superior a la velocidad máxima con flaps extendidos (VFE) que es de 129 kt. El régimen de descenso mantenido por la aeronave durante la aproximación fue de unos 1200 ft/min, que es un valor elevado de descenso, llegando al umbral de la pista con exceso de altura. A pesar de ello, el exceso de velocidad que tenía la aeronave al inicio de la aproximación impidió que esta descendiese lo suficiente, de forma que alcanzó el umbral de pista con exceso de altura. El piloto debería haber advertido que la altura y velocidad que llevaba en el descenso iba a hacer inviable el aterrizaje y, en consecuencia, debería haber realizado un motor y al aire, pero no lo hizo. El hecho de haber extendido el flap a una velocidad superior a la máxima y haber achacado la alta velocidad de la aeronave ─respecto del suelo─ a viento de cola, ignorando cuál era la velocidad indicada, evidencian la ausencia de vigilancia de los instrumentos.

.

Alcanzó el umbral de la pista 13 con exceso de altura y de velocidad. En estas condiciones la aeronave todavía tenía mucha sustentación, lo que ralentizó su descenso y fue la causa de que sobrevolara gran parte de la pista.

El contacto con el suelo se produjo un poco más allá de la mitad de la pista. La longitud de pista remanente desde ese punto hasta el final era de 435 m, que es claramente inferior al recorrido teórico de aterrizaje de la aeronave, que es de 571,5 m, lo que hacía que el aterrizaje fuera inviable. Además, ha de tenerse en cuenta que esta distancia está

calculada considerando que la aeronave aterriza con la velocidad estándar. En este caso, al ser la velocidad más alta, el recorrido necesario para el aterrizaje sería mayor que el calculado.

Una vez que la aeronave había contactado con el suelo, su velocidad todavía era elevada, posiblemente estaría en torno a los 100 kt, que es superior a la velocidad de referencia para realizar un *go around*. Además, el flap estaba en la posición *take off*, por lo que todavía era factible interrumpir el aterrizaje e iniciar el despegue. De haberlo hecho, el accidente se habría evitado, ya que las condiciones y configuración de la aeronave eran prácticamente óptimas para esa maniobra.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- Las condiciones meteorológicas no eran limitativas para el vuelo.
- La aeronave realizó la aproximación y el aterrizaje con velocidad considerablemente superior a la de referencia.
- Alcanzó el umbral de la pista 13 del aeropuerto de Sabadell con exceso de altura y de velocidad.
- La aeronave contactó con la pista más allá de su mitad.
- Recorrió la pista, sobrepasó su extremo y continuó rodando por la zona pavimentada que hay en prolongación de pista.
- La aeronave se detuvo al impactar contra la valla de cerramiento.
- La distancia total recorrida por la aeronave sobre el suelo fue de 630 m.
- Se comprobó que el sistema pitot-estática funcionaba correctamente.

3.2. Causas/factores contribuyentes

Se considera que la causa de este accidente fue la falta de adherencia a los procedimientos de la aproximación y aterrizaje.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

No se emite ninguna recomendación de seguridad operacional.