CIAIAC
Comisión de Investigación
de Accidentes e Incidentes
de Aviación Civil

INFORME TÉCNICO
A-041/1999

Accidente ocurrido el 26 de julio de 1999 a la aeronave PZL M-18 A, matrícula EC-EVP, en el Paraje de Granada, T. M. de Acedo (Navarra)

MINISTERIO
DE FOMENTO

Informe técnico

A-041/1999

Accidente ocurrido el 26 de julio de 1999 a la aeronave PZL M-18 A, matrícula EC-EVP, en el Paraje de Granada, T.M. de Acedo (Navarra)

MINISTERIO DE FOMENTO

SUBSECRETARÍA

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©

NIPO: 161-03-011-0
Depósito legal: M. 23.129-2003
Imprime: Centro de Publicaciones

Diseño cubierta: Carmen G. Ayala

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 60 E-mail: ciaiac@mfom.es C/ Fruela, 6
Fax: +34 91 463 55 35 http://www.mfom.es/ciaiac 28011 Madrid (España)

Advertencia

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

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional y el Real Decreto 389/1998, de 13 de marzo, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes de aviación civil, la investigación tiene carácter exclusivamente técnico, sin que se haya dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias. La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de los futuros accidentes. Los resultados de la investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier expediente sancionador que, en relación con el evento, pudiera ser incoado con arreglo a lo previsto en la Ley de Navegación Aérea.

Índice

Abreviaturas vi

1. Información sobre los hechos 1

1.1. Reseña del vuelo 1
1.2. Lesiones a personas 1
1.3. Daños sufridos por la aeronave 1
1.4. Otros daños 2
1.5. Información sobre la tripulación 2
1.5.1. Comandante de la aeronave 2
1.6. Información sobre la aeronave 2
1.6.1. Célula 2
1.6.2. Certificado de aeronavegabilidad 3
1.6.3. Registro de mantenimiento 3
1.6.4. Motor 3
1.7. Información meteorológica 4
1.8. Ayudas a la navegación 5
1.9. Comunicaciones 5
1.10. Información sobre el aeródromo 5
1.11. Registradores de vuelo 5
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto 5
1.13. Información médica y patológica 6
1.14. Incendio 6
1.15. Supervivencia 6
1.16. Ensayos e investigaciones 6
1.16.1. Declaraciones de testigos 6
1.16.2. Aproximación analítica a la maniobra de lanzamiento de agua 7
1.16.3. Experiencia del piloto 8

2. Análisis 9

2.1. Desarrollo de la primera fase del vuelo 9
2.2. Desarrollo de la fase final del vuelo 9

3. Conclusiones 11

3.1. Compendio 11
3.2. Causas 11

4. Recomendaciones sobre seguridad 13

Anexos 15

Anexo A. Mapa y fotografías del lugar del accidente 17
Anexo B. Fotografías de la aeronave accidentada 21
Anexo C. Comportamiento del avión en el lanzamiento de agua para apagar incendios 25

Abreviaturas

00 °C	Grados centígrados
00° 00′ 00″	Grados, minutos y segundos
ADF	Equipo receptor de señal de radiofaros NDB
CVR	Registrador de Voces en Cabina
DH	Altura de Decisión
DME	Equipo medidor de distancias
E	Este
EPR	Relación de presiones en motor
EM	Emisor/Emisión
ETA	Hora prevista de aterrizaje
FAP	Punto de aproximación final
FDR	Registrador de Datos de Vuelo
ft	Pies
g	Aceleración de la gravedad
GPWS	Sistema de Avisos de Proximidad al Terreno
h. min: seg	Horas, minutos y segundos
HL	Hora local
hPa	Hectopascal
IAS	Velocidad indicada
IFR	Reglas de Vuelo Instrumental
IMC	Condiciones meteorológicas instrumentales
Kms	Kilómetros
Kts	Nudos
lbs	Libras
l/m^2	Litros por metro cuadrado
m	Metros
MAC	Cuerda media aerodinámica de la aeronave
mb	Milibares
Máx. Cont.	Máxima continua (referida a potencia de motor)
MDA	Altitud mínima de descenso
MDH	Altura mínima de descenso
METAR	Informe meteorológico ordinario
MHz	Megahertzios
MN	Milla náutica
M.T.O.W.	Máximo peso al despegue
N	Norte
N/A	No afecta
NDB	Radiofaro no direccional
OM	Baliza exterior del ILS
P/N	Número de la Parte (Part Number)
PF	Piloto a los mandos
PNF	Piloto no a los mandos
QNH	Ajuste de la escala de presión para hacer que el altímetro marque la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar en el aterrizaje y en el despegue
S/N	Número de serie
S	Sur
T.M.	Término municipal
T.O.	Despegue («takeoff»)
U T C	Tiempo Universal Coordinado
VMC	Condiciones meteorológicas visuales
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
W	Oeste

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

La aeronave PZL M-18 A matrícula EC-EVP, destinada a la lucha contra incendios, estaba basada en el campo de vuelo de Monteplano (término Municipal de Tafalla, Comunidad Foral de Navarra). El día 26 de julio de 1999, a las 18:35 hora local (HL), se recibió una petición de intervención de dicha aeronave en un incendio declarado en la zona del término municipal de Acedo, partiendo a las 18:52 HL.

Sobre las 19:10 HL llegó al lugar del incendio cuando este se encontraba en situación de «controlado» y por ello de difícil localización. El piloto de la aeronave contactó por radio con un helicóptero que había intervenido en las labores de extinción y que todavía permanecía en la zona. Este último trató de indicarle la situación del incendio para que arrojara sobre el mismo el agua que transportaba. Además de las indicaciones por radio, el helicóptero se situó en las proximidades del incendio para facilitar la localización visual del lugar. En ningún momento hubo un acercamiento peligroso o inadecuado entre las dos aeronaves.

La aeronave siniestrada realizó dos primeras pasadas por el lugar, la primera en sentido Estella-Vitoria y la segunda en sentido contrario, sin localizar el incendio. En una tercera pasada, de nuevo Estella-Vitoria, realizada a menor velocidad y altura (estimada entre 15 y 20 m) que las anteriores, comunicó en un cierto momento: «ya lo he visto» y realizó un giro a la derecha encontrándose a una distancia de unos 500 m del centro del incendio con viento de cola y al final de una vaguada. Seguidamente realizó otro giro a la derecha más cerrado, descargó el agua y se precipitó contra el terreno incendiándose inmediatamente.

1.2. Lesiones a personas

Lesiones	Muertos	Graves	Leves/ilesos
Tripulación	1		
Pasajeros			
Otros			

1.3. Daños sufridos por la aeronave

La aeronave quedó totalmente destruida como consecuencia del impacto y del incendio posterior.

1.4. Otros daños

La zona de localización del impacto, de unos 20 m por 13 m, resultó completamente arrasada y quemada. No se observaron restos de vegetación arrancados por la aeronave como consecuencia del impacto contra el suelo.

1.5. Información sobre la tripulación

1.5.1. *Comandante de la aeronave*

Edad/Sexo:	37 años/Varón
Nacionalidad:	Española
Título:	Piloto comercial de avión
Número:	8467
Horas de vuelo:	900 horas
Licencia de aptitud de vuelo:	
— Fecha de renovación:	21-02-1999
— Fecha de caducidad:	20-02-2000
Horas totales de vuelo:	900 horas
Horas en el tipo:	50 horas

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. *Célula*

Marca:	PZL
Modelo:	M-18 A DROMADER
Núm. de fabricación:	IZ-020-12
Año de fabricación:	1989 (importado en 1990)
Matrícula:	EC-EVP
M.T.O.W.:	4.200 kg
Carga útil:	1.500 litros de agua (1.500 kg)
Propietario:	Martín Echevarría, S. L.
Explotador:	Martín Echevarría, S. L.

1.6.2. *Certificado de aeronavegabilidad*

Número: 3041

Clase: Especial restringido

Fecha de expedición: 19-06-1990

Fecha de renovación: 24-05-1999

Fecha de caducidad: 31-11-1999

1.6.3. *Registro de mantenimiento*

Horas totales de vuelo: 412 horas

Última revisión de 100 horas: 24-05-1999

Horas desde última rev. 100 horas: 3:25 (aproximadamente)

1.6.4. *Motor*

Marca: PZL KALISZ

Modelo: ASZ 62-M18

Tipo: Estrella siete cilindros

Potencia:

Régimen	Potencia (Shp)	Revoluciones (rpm)	Presión de admisión (pulgadas de Hg)	Altitud (pies)	Temperatura cabeza cilindro (°C)
T.O. (5 min)	967	2.200	41,3	0	24,5
Max. cont.	793	2.100	35,4	0	21,5
	812	2.100	35,4	5.000	21,5

Número de serie: KAA-801197

Horas totales de vuelo: 412 horas

Ultima revisión de 100 horas: 24-05-1999

Horas desde última revisión 100 horas: 3:25 (aproximadamente)

1.7. Información meteorológica

La predicción de fenómenos meteorológicos adversos para la comunidad de Navarra para el día 26-07-99 válida hasta las 24 HL del 27-07-99 informaba:

> «A partir del mediodía de hoy lunes, día 26 y durante toda la jornada de mañana 27 se espera que se produzcan chubascos tormentosos que, localmente, pueden tener carácter fuerte o muy fuerte y podrán superar valores de 30 l/m^2 en una hora y/o 60 l/m^2 en doce horas.»

METAR del Aeropuerto de Pamplona del día 26-07-1999

18:00 UTC

Viento:	240°/18 Kt
Visibilidad:	Superior a 10 km
Nubosidad:	1 a 2 octas a 5.000 y 13.000 pies Cubierto a 8.000 pies
Temperatura:	28 °C
Punto de rocío:	19 °C
QNH:	1.011 hPa

METAR del Aerodrómo de Agoncillo del día 26-07-1999

18:00 UTC

Viento:	280°/04 Kt
Visibilidad:	Superior a 10 km
Nubosidad:	1 a 2 octas de Cumulonimbus a 3.500 pies; 3 a 4 octas a 14.000 pies
Temperatura:	23 °C
Punto de rocío:	18 °C
QNH:	1.011 hPa

De los datos existentes se han tomado los correspondientes a la hora más próxima a la del suceso.

En el mismo informe del Instituto Nacional de Meteorología (del 30-11-99) se informaba que en la tarde del 26-07-99 se habían recogido 37,1 l/m^2 en Galbarra y 17 en Este-

lla. A partir de las 18:00 y hasta las 00:00 hubo actividad tormentosa en el aeropuerto de Pamplona, donde se recogieron 7,1 l/m^2.

1.8. Ayudas a la navegación

No afecta a este caso.

1.9. Comunicaciones

La aeronave se mantuvo todo el tiempo en contacto con el helicóptero que se ocupaba de coordinar la operación.

1.10. Información sobre el aeródromo

No afecta.

1.11. Registradores de vuelo

La aeronave no disponía de registradores de vuelo. No son obligatorios en este tipo de aeronaves.

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

La localización exacta del lugar del accidente es la siguiente: 3° 47' 51.336" Oeste, 32° 35' 23.523" Norte.

La figura 1 del ANEXO A corresponde al mapa de la zona donde se produjeron los hechos.

En este mismo ANEXO A, las fotografías de la figura 2 corresponden a sendas vistas panorámicas del lugar del evento.

En el ANEXO B las fotografías 1, 2, 3 y 4 muestran el estado de destrucción de la aeronave.

Los restos de la aeronave estaban muy localizados en una zona de unos 20 m por 13 m. Se acordonó una elipse con estas dimensiones.

Dentro de la elipse acordonada se distinguen dos zonas de reparto de los restos de la aeronave. En una zona se encontraba el plano (semiala) derecho con unas dimensiones

medias de 6 m por 1,30 m. Este plano se encontraba en relativo buen estado y no ardió. En la otra zona se encuentra el resto de la aeronave (motor, cabina del piloto, plano izquierdo y resto del fuselaje hasta los estabilizadores de cola). Toda esta parte se encontraba calcinada (ver fotografías 1-4, Anexo B).

1.13. Información médica y patológica

Del informe de la autopsia realizada al cadáver del piloto de la aeronave, se desprende que la causa de la muerte fue, muy probablemente, la inhalación de CO procedente del foco del incendio.

1.14. Incendio

Se incendió toda la estructura de la aeronave, excepto el plano derecho, como se especifica en el punto 1.12.

Se incendió la vegetación en una zona de unos 20 m por 13 m, posteriormente acordonada.

1.15. Supervivencia

Dadas las características del accidente, no era posible la supervivencia del piloto tras el choque y el incendio posterior a éste.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. *Declaraciones de testigos*

El accidente fue observado desde el helicóptero de matrícula EC-GIZ, que realizaba labores de coordinación, con un piloto y un sargento de bomberos a bordo. También fue observado desde tierra por varios testigos.

1.16.1.1. Declaraciones del piloto del helicóptero

De acuerdo con la declaración del piloto del helicóptero, la labor que desarrollaba era la de coordinar la actividad en vuelo para evitar cualquier incidente. De hecho, en ningún momento hubo interferencias entre el vuelo del avión y el del helicóptero.

Respecto del vuelo del avión, no notó nada que pudiera indicar que tuviera problemas mecánicos, aunque sí le extrañó que hiciera un viraje tan cerrado y tirara el agua.

En cuanto a las condiciones meteorológicas se refiere, en el momento en que la aeronave accidentada estaba actuando había viento del oeste. Había pasado una tormenta y se estaba preparando otra. La visibilidad era buena.

1.16.1.2. Declaraciones del sargento de bomberos

De acuerdo con la declaración del sargento de bomberos, el helicóptero no se interpuso en ningún momento en la trayectoria del avión. No sabe a qué altura estaba este cuando empezó a caer, aunque tardó poco en hacerlo. En cuanto a la velocidad del avión se refiere, la desconoce, aunque no le dio la sensación de que fuera excesiva.

Respecto de las condiciones meteorológicas, el piloto del helicóptero le comentó que había viento, pero no puede confirmarlo.

1.16.1.3. Declaraciones de un bombero del Parque de Estella

Un bombero del Parque de Estella que estaba próximo al lugar en que ocurrió el accidente, declaró que no notó nada extraño en el vuelo del avión, que creía que las condiciones meteorológicas no influyeron en el accidente y que pensaba que el helicóptero no se había interpuesto en la trayectoria del avión, ni lo había estorbado, porque había una gran distancia entre las dos aeronaves en el momento del accidente.

1.16.2. *Aproximación analítica a la maniobra de lanzamiento de agua*

El hecho de que el plano derecho se hubiese desprendido del resto hacía sospechar que en algún momento, antes de la fase final se hubiera producido la rotura del plano como consecuencia del efecto aerodinámico producido por la suelta del agua.

El Anexo C contiene el estudio del comportamiento de una aeronave durante la operación de lanzamiento del agua. Para su realización se han considerado dos casos:

1.º Lanzamiento en vuelo horizontal.
2.º Lanzamiento del agua en viraje, en un plano horizontal.

Con relación al primer caso se llega a la conclusión de que para realizar correctamente la maniobra, el piloto *tiene que saber compensar con el mando de altura,* como se describe en el Manual de Vuelo (Anexo C), los distintos efectos que se producen.

El incremento de aceleración vertical, y por tanto de factor de carga, es del orden de 0,56 g, valor relativamente pequeño e insuficiente para provocar la rotura del ala,

teniendo en cuenta que el máximo factor de carga admisible de diseño de este avión es de 3,4 g (referencia: Manual de Vuelo).

En el segundo caso, las correcciones necesarias implican el manejo del mando de altura y los mandos de dirección, introduciéndose una complejidad adicional para el control de la aeronave en esas condiciones de descarga que *desaconsejan el lanzamiento del agua en un viraje.*

Las instrucciones para manejo de la aeronave en operaciones de lucha contra incendios se describen en el Manual de Vuelo (ver Anexo C).

Como consecuencia de la investigación de un accidente sufrido por otro avión de este tipo en España (Informe de la Comisión de Investigación de Accidentes de Aviación Civil referencia A-034-1991), se pusieron de manifiesto las deficiencias de estabilidad de estas aeronaves por cuyo motivo en el nuevo certificado de aeronavegabilidad (el que amparaba a la aeronave del presente accidente) se rebajó la carga útil a 1.500 kg.

1.16.3. *Experiencia del piloto*

El piloto tenía poca experiencia en el operación de esta aeronave puesto que estaba trabajando en la empresa desde primeros de julio (declaración del mecánico) y la aeronave había volado 3,25 horas después de la última revisión de 100 horas (24 de mayo). Por otra parte en el historial del piloto figuran 50 horas de vuelo en este tipo de aeronaves.

2. ANÁLISIS

2.1. Desarrollo de la primera fase del vuelo

La aeronave PZL M-18 A matrícula EC-EVP recibió la petición de intervención a las 18.35 HL. Partiendo del aeropuerto a las 18.52 HL llegó al lugar del incendio a las 19.10 HL. El fuego ya había sido controlado, lo que hacía difícil su localización.

El piloto del helicóptero trató de indicarle la situación del incendio, por radio y situándose en las proximidades del mismo

La visibilidad era buena según el testimonio, tanto de los que vieron el accidente desde tierra, como del piloto del helicóptero. El correspondiente informe meteorológico confirma esta situación.

La aeronave realizó una primera pasada en sentido Estella-Vitoria, una segunda Vitoria-Estella y una tercera Estella-Vitoria; esta última a menor velocidad y altura.

Localizado el incendio por el piloto de la aeronave («ya lo he visto» comunicó por radio) y encontrándose a una altura de unos 20-15 metros (testimonio del piloto del helicóptero) se inició la fase final del vuelo.

Dado el relativamente pequeño incremento de factor de carga debido al lanzamiento del agua y el elevado factor de carga máximo admisible de este tipo de aeronave, queda totalmente descartada la posibilidad de que se produjese la rotura del ala por este motivo.

2.2. Desarrollo de la fase final del vuelo

Localizado el fuego, la aeronave, que volaba a baja velocidad y baja altura, inició un viraje a la derecha, seguido de otro giro más pronunciado también a la derecha. Maniobras realizadas, presumiblemente, con la intención de situarse en la posición más favorable para lanzar el agua.

De acuerdo con la declaración del piloto del helicóptero, el lanzamiento del agua se produjo con el giro más pronunciado.

La aeronave cayó prácticamente en vertical chocando contra el suelo en un primer contacto con el ala derecha, que se desprendió, cayendo el resto (motor, cabina etc.) a muy corta distancia e incendiándose inmediatamente.

3. CONCLUSIONES

3.1. Compendio

— El piloto contaba con licencia válida y estaba calificado para el vuelo.
— La aeronave había sido mantenida de acuerdo con el Programa de Mantenimiento y tenía un Certificado de Aeronavegabilidad en vigor, con las correspondientes limitaciones de carga útil para este tipo de actividades.
— La visibilidad era superior a 10 km.
— El sistema motopropulsor funcionaba correctamente.
— En ningún momento el helicóptero se interpuso en la trayectoria ni perturbó las maniobras de la aeronave, ni le pudo estorbar.
— En la aproximación al lugar del incendio la aeronave volaba a poca velocidad y poca altura e inmediatamente antes del desplome realizó viraje a la derecha.
— El lanzamiento del agua mientras se realiza un giro es una maniobra con consecuencias negativas sobre el control de la aeronave y no aconsejable.
— El fallecimiento no fue consecuencia inmediata del impacto sino del incendio posterior. Fue imposible la supervivencia dada la inmediatez del incendio y la dificultad de acceso al lugar del impacto.

3.2. Causas

La causa primaria probable del accidente fue la pérdida de control como consecuencia del lanzamiento de la carga durante un viraje, agravada por la presumible falta de experiencia del piloto en el manejo de esta aeronave concreta, con la imposibilidad de recuperación dado el escaso margen de altura disponible.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

A la vista de las conclusiones derivadas de este accidente, resultaría recomendable reforzar la seguridad de los pilotos dedicados a actividades de extinción de incendios mediante luna formación y entrenamiento específicos en función de las particularidades que presentan este tipo de operaciones.

Como consecuencia de la problemática creada por el notable incremento de las operaciones aéreas destinadas a la vigilancia de masas forestales y extinción y lucha contra incendios, el Consejo de Ministros aprobó el Real Decreto 1684/2000, de 6 de octubre de 2000, por el que se establece la habilitación del piloto agroforestal (Boletín número 258, 27 octubre 2000). En desarrollo y aplicación de esa norma, la Dirección General de Aviación Civil ha establecido unos procedimientos provisionales para la obtención, anotación, revalidación y renovación de la habilitación de piloto agroforestal (Resolución RL/2001/10, de 1 de junio de 2001). Dichos procedimientos pretenden garantizar el mantenimiento de la operatividad del sistema a la espera de la confección y publicación de una Orden Ministerial que regule en detalle este asunto. Entre los requisitos definidos en esos procedimientos para la obtención de la habilitación de piloto agroforestal figura la realización y superación de un curso teórico-práctico.

REC 31/03. Aunque se considera que las acciones tomadas por la Dirección General de Aviación Civil española responden adecuadamente a las propuestas de seguridad que pudieran haber sido pertinentes como consecuencia de este accidente, se recomienda al Ministerio de Fomento que adopte las medidas necesarias tendentes a la promulgación de la Orden correspondiente, como instrumento que venga a regularizar la situación actual, de acuerdo con el ordenamiento jurídico español, en el menor plazo de tiempo posible.

ANEXOS

ANEXO A
Mapa y fotografías del lugar del accidente

Figura 1. *Mapa general*

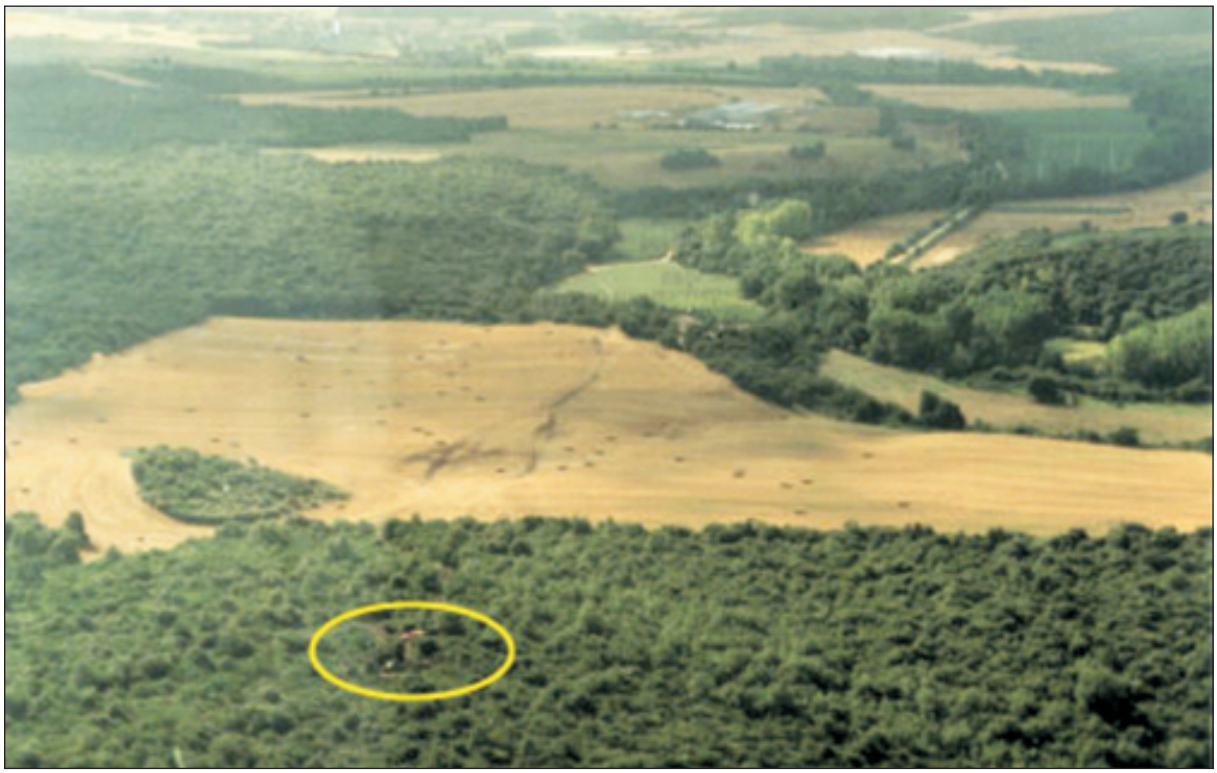


Figura 2. *Fotografías aéreas de la zona de impacto*

ANEXO B
Fotografías de la aeronave accidentada

Foto 1. *Vista general (ala derecha al fondo)*

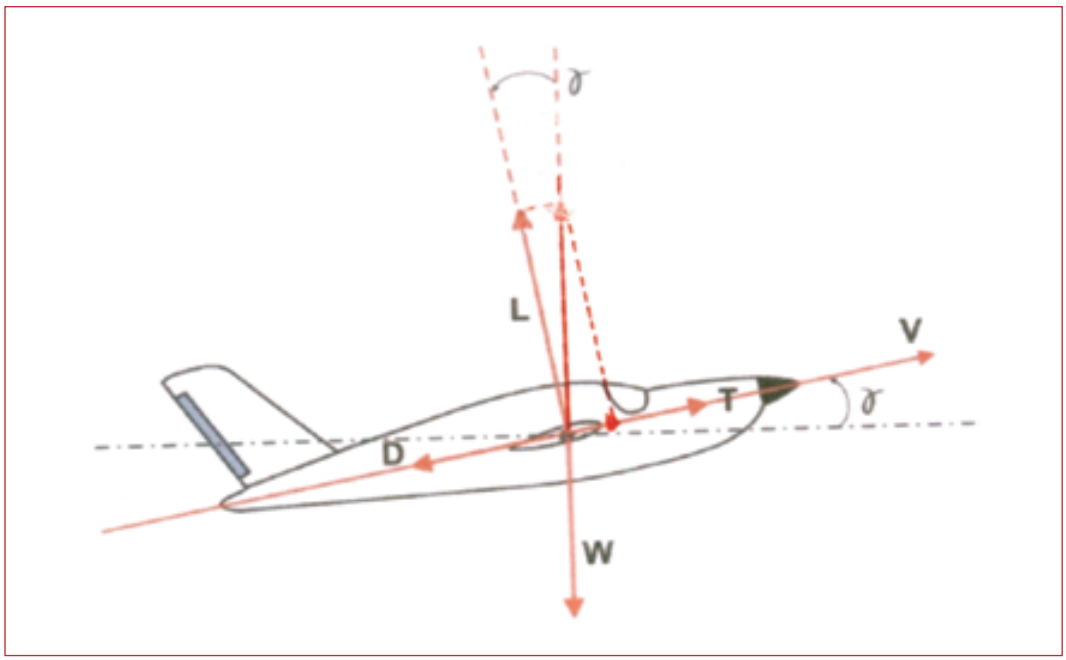
Foto 2. *Vista general (ala derecha al frente)*

ANEXO C
Comportamiento del avión en el lanzamiento de agua para apagar incendios

Ref. *Airplane Performance Stability and Control.* Courtland D. Perkins & Robert E. Hage. John Wiley & Sons.

Extracto del Manual de vuelo del avión PZL M18A. Operaciones de extinción de incendios *(Fire Fighting)*

1. Lanzamiento del agua en vuelo horizontal rectilíneo



Las ecuaciones del movimiento tomando ejes viento y con las fuerzas centradas en el centro de gravedad son:

$$W\,\mathrm{sen}(\gamma) - (T - D) = 0 \quad ; \quad W\cos\gamma - L = 0$$

$$L = \frac{1}{2}\rho V^2 S a \alpha = \frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 S a \alpha$$

γ = Pendiente de la trayectoria
L = Sustentación
T = Tracción
D = Resistencia
α = Ángulo de ataque del ala
a = Pendiente de la curva de sustentación
W = Peso
V_E = Velocidad equivalente
ρ_0 = Densidad del aire a nivel del mar

Se pueden dar los siguientes casos:

Para valores iniciales de $T = D$ $\gamma = 0$ (vuelo horizontal)
Para valores iniciales de $T > D$ $\gamma > 0$ (vuelo ascendente)
Para valores iniciales de $T < D$ $\gamma < 0$ (vuelo descendente)

Se supone que el lanzamiento del agua se realiza en vuelo horizontal ($\gamma = 0$); de las ecuaciones de equilibrio tenemos el ángulo de ataque inicial α_i:

$$\alpha_i = \frac{W}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}$$

En el momento del lanzamiento la velocidad se mantiene. El efecto del lanzamiento es ganar altura e incrementar el ángulo de ataque. Una vez lanzada el agua, el ángulo de ataque al que tiene que ir el avión estabilizado es:

$$\alpha_f = \frac{W - W_{\text{agua}}}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa} \quad \Rightarrow \quad \Delta\alpha = \alpha_f - \alpha_i = \frac{-W}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{-1}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}\frac{dW}{dt}$$

El incremento de ángulo de ataque es negativo y si la velocidad se mantiene constante, depende únicamente del peso lanzado. Actuando con el mando de altura a picar, disminuir ángulo de ataque, y compensando a esa actitud la aeronave se estabilizará automáticamente en mayor o menor tiempo.

Aparecen una fuerza y una aceleración verticales:

$$F_{\text{vertical}} = \Delta W \quad ; \quad \text{Aceleración}_{\text{vertical}} = \frac{\Delta W}{W - \Delta W}$$

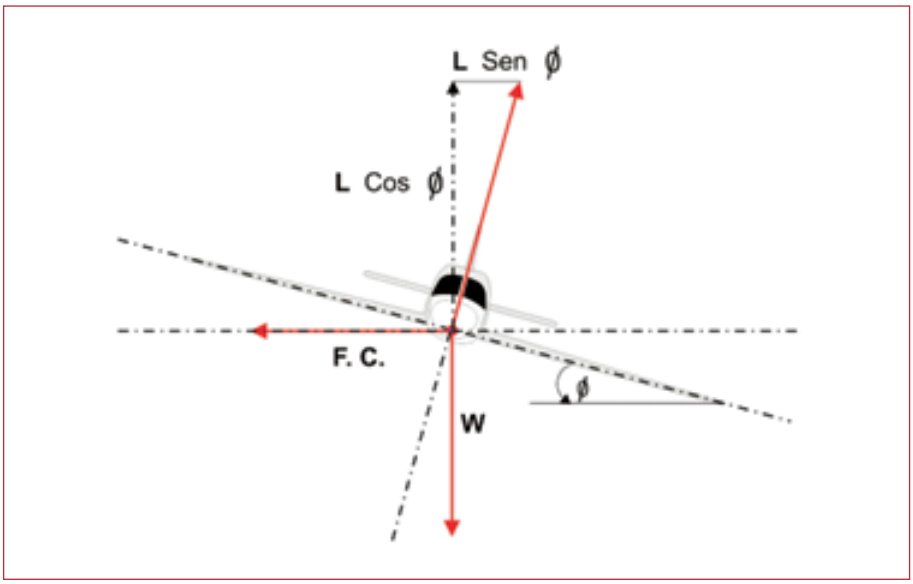
Con independencia de la trayectoria aparece, de forma más o menos brusca, una fuerza vertical y hacia arriba que produce una aceleración de valor $\Delta W/(W - \Delta W)$ (en g) que en este caso, en vuelo horizontal, ($W = 4.200$ kg; $\Delta W = 1.500$ kg) valdría 0,56 g que daría lugar al correspondiente incremento del factor de carga.

El lanzamiento puede durar entre 2 y 4 segundos pero se puede considerar como instantáneo y afecta únicamente a un corto período que siempre es muy amortiguado, con períodos del orden de 4 seg y amortiguamiento a _ de la máxima amplitud entre 0,4 y 0,5 seg Estas características se dan en un avión donde el mando de la palanca es asido por el piloto (mando fijo), pues en ningún momento suelta la palanca. El control del avión tiene que mantenerse para reducir el ángulo de ataque en $\Delta\alpha$ (empujando ligeramente la palanca).

Las características de este tipo de aviones, que están dotados de un castillete para la cabina del piloto con un motor radial de 7 cilindros sin carenar, la resistencia aerodinámica es muy grande y el movimiento «phugoide» (el otro movimiento con mandos fijos) es muy amortiguado y de período muy grande, no afectando al lanzamiento del agua.

Además de la variación del ángulo de ataque, se produce un momento de picado o encabritado al no coincidir exactamente el c. de g. del agua lanzada con el c. de g. del avión (normalmente está muy próximo). Si el c. de g. del agua se encuentra por delante del c. de g. del avión, al lanzar el agua aparecerá un momento de encabritado que tiene que compensar el piloto con el mando de altura (palanca hacia delante) Si el c. de g. del agua se encuentra por detrás del c. de g. del avión será al contrario. Ambos efectos, variación del ángulo de ataque y momento de cabeceo, son simultáneos y el piloto *tiene que saber compensarlos con el mando de altura,* o bien, tener conocimiento del efecto y prepararse con el compensador de altura.

2. Lanzamiento del agua en viraje en un plano horizontal



Se considera el avión en viraje sobre un plano horizontal. Las ecuaciones de equilibrio de fuerzas son:

$$\sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad T - D = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{Wv^2}{gR}\cos(\phi) - W\,\mathrm{sen}(\phi) = 0$$

$$\sum F_z = 0 \quad \Rightarrow \quad L - W\cos(\phi) - \frac{Wv^2}{gR}\,\mathrm{sen}(\phi) = 0$$

Las dos últimas se transforman en las siguientes, más cómodas de manejar

$$L\cos(\phi) - W = 0$$

$$L\,\mathrm{sen}(\phi) - \frac{Wv^2}{gR} = 0$$

Antes de lanzar el agua el equilibrio se tiene con las ecuaciones anteriores. Si se considera que el viraje se mantiene durante el lanzamiento (ϕ constante), la velocidad y la altitud, después del lanzamiento se tendrá:

$$L\cos(\phi) - (W - W_{\text{agua}}) = 0$$

$$L\,\mathrm{sen}(\phi) - \frac{v^2}{gR}(W - W_{\text{agua}}) = 0$$

Los ángulos de ataque (antes y después del lanzamiento) y el incremento negativo de ángulo vale:

$$\alpha_i = \frac{W}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}\frac{1}{\cos(\phi)} = (\alpha_i)_{\text{horiz.}}\frac{1}{\cos(\phi)}$$

$$\alpha_f = \frac{W - W_{\text{agua}}}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}\frac{1}{\cos(\phi)} = (\alpha_f)_{\text{horiz.}}\frac{1}{\cos(\phi)}$$

$$\Delta\alpha = \alpha_f - \alpha_i = \frac{-W_{\text{agua}}}{\frac{1}{2}\rho_0 V_E^2 Sa}\frac{1}{\cos(\phi)} = \frac{(\Delta\alpha)_{\text{horiz.}}}{\cos(\phi)}$$

El incremento negativo de ángulo se consigue con el mando de altura como en el caso anterior. Pero en este caso además, dependiendo del ángulo de viraje, la actuación sobre el mando de altura será en mayor o menor magnitud. A esta acción del piloto hay que añadir la del control lateral direccional asociada al propio viraje. Estas condiciones, presentes simultáneamente, complican notablemente el control del avión.

NOTAS: En este estudio teórico no se considera el período transitorio del lanzamiento del agua, sino únicamente se analizan las condiciones estacionarias anteriores y posteriores al lanzamiento.
En la siguiente página se presenta copia de la hoja del Manual de Vuelo de este avión para la operación de lucha contra incendios.

4.19. FIRE FIGHTING

/1/ Extinguishing agents are loaded into hopper in the same way as liquid chemicals.

/2/ Working /Fire Bombing/ Flights:

- for takeoff and ferry to the operational area, follow the same procedures as for agricultural flights;

- directly before dump trim the airplane for level flight and establish the airspeed of 99-112 MPH /86-97 KTS; 160-180 km/h/ in level flight

- turn the micro-adjust calibrator crank left to enable free door stop pawl movement

- after resetting the pawl locking the dump door lever dump the extinguishing agents by pushing the emergency dump lever located at the left side of the pilot's seat strongly forward down;

- counteracting rapid pitching UP movement of the airplane, move the control stick 3-4 in /8-10 cm/ forward from its initial position.

NOTE

The dump time does not exceed 2 seconds. After dumping extinguishing agents the altitude is increased by 66-100 ft /20-30 m/ and the airspeed is reduced by 6-12 MPH /5-11 KTS/ /10-20 km/h/

- in steady level flight move the dump door control lever firmly backward up to the stop closing the door. Lock the lever in this position with the pawl;

- accomplish ferry from the operational area and landing in the same way as for agricultural flight.