



Fallos de combustible en aviación general

ESTUDIO

Índice

GLOSARIO	3
CONTEXTO DEL ESTUDIO	4
1 – PRESENTACIÓN CIFRADA DE LOS FALLOS DE COMBUSTIBLE	4
1.1 Reparto anual	4
1.2 Reparto por estaciones	4
1.3 Casos estudiados	5
2 - ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES/INCIDENTES	5
2.1 Fallos producidos durante la preparación del vuelo	6
2.2 Fallos producidos durante la preparación del avión	7
2.3 Fallos relativos al desarrollo del vuelo	7
2.4 Interrupción voluntaria del vuelo	8
3 - CONCLUSIÓN	10
4 - EVITAR EL FALLO DE COMBUSTIBLE	10
LISTA DE ANEXOS	11

Glosario

BKN	Nubes fragmentadas (de 5 a 7 octas), seguido de la altura de la base de las nubes.
CAVOK	Visibilidad, nubes y tiempo actual mejores que los valores o las condiciones prescritos.
FEW	Nubes escasas (de 1 a 2 octas), seguido de la altura de la base de las nubes.
FL	Nivel de vuelo.
ft	Pie(s).
IFR	Reglas de vuelo en los instrumentos.
ITT	Instructor de piloto privado de avión.
JAR	Reglamento de las autoridades europeas de aviación civil.
kt	Nudo.
Notam	Aviso a los navegadores aéreos.
NM	Milla marina.
PP	Licencia de piloto profesional de avión.
SCT	Nubes fragmentadas (de 5 a 7 octas), seguido de la altura de la base de las nubes.
TT	Licencia de piloto privado de avión.
ULM	Ultraligero motorizado.
VFR	Reglas de vuelo visual.

CONTEXTO DEL ESTUDIO

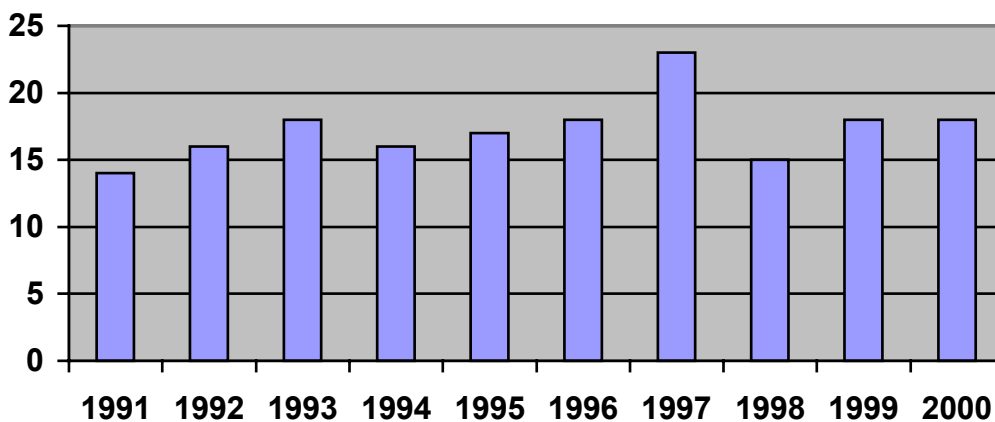
Un estudio realizado por la BEA en 1995¹ puso de relieve que, entre 1991 y 1995, 79 accidentes se debieron a fallos de combustible y tuvieron como resultado cinco muertos y 24 heridos. Entre 1996 y 2000, se registraron 51 accidentes de idéntica naturaleza, con un resultado de cuatro muertos y 22 heridos, y 41 incidentes: es decir, un total de nueve muertos y 46 heridos entre 1991 y 2000.

1 - PRESENTACIÓN CIFRADA DE LOS FALLOS DE COMBUSTIBLE

1.1 Reparto anual

El número de accidentes debidos directamente a un fallo de combustible no ha evolucionado de manera significativa durante los últimos diez años. Cada año, la media es de diecisiete accidentes.

Fallos de combustible registrados por la BEA



1.2 Reparto por estaciones

La aviación general es una actividad con un marcado carácter temporal. El número de fallos de combustible refleja paralelamente estas fluctuaciones por estaciones. Sin embargo, estas variaciones dependen de factores como la falta de entrenamiento, sobre todo cuando se reanuda la actividad en primavera, o los deseos de hacer un viaje al principio del verano aunque las condiciones meteorológicas sean adversas.²

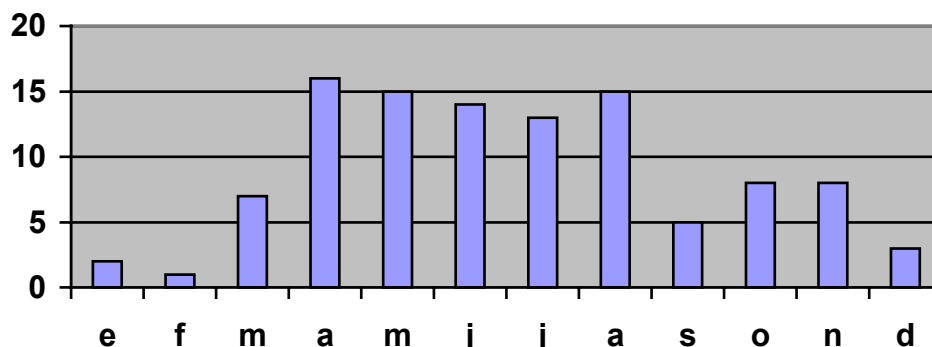
¹ El estudio fue publicado por la BEA en el boletín de diciembre de 1995.

² El estudio titulado "Objetivo destino" publicado por la BEA en diciembre de 1998, señala que:

"En aviación general murieron cien personas durante el período 1991-1996 en accidentes producidos cuando el objetivo del piloto era alcanzar el destino que se había fijado. Estos pilotos tuvieron que enfrentarse a varios obstáculos:

• fallo de combustible.

Reparto mensual de los fallos de combustible período 1995 - 2000



1.3 Casos estudiados

En este documento analizaremos, sobre todo, los fallos de combustible que se produjeron en estos tres últimos años.

En 1998, 1999 y 2000, se comunicaron a la BEA³ 31 accidentes y 20 incidentes. Exceptuando cinco ULM y un helicóptero, se trata de eventos que se produjeron en aviones ligeros. Existe una gran incertidumbre en cuanto al informe de los acontecimientos correspondientes a helicópteros y ULM, debido a que los aterrizajes forzados en esta categoría de aeronaves generalmente sólo ocasionan daños limitados. Los eventos que han sido objeto de una notificación a la BEA son accidentes o incidentes con consecuencias muy significativas. Así pues, este estudio se centrará en el examen de los cuarenta y cinco eventos acaecidos a aviones ligeros entre 1998 y 2000.

2 - ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES/INCIDENTES

Entre 1998 y 2000, sólo se adoptaron dos casos de fuga como factor descriptivo de un accidente, y ningún consumo excesivo fue determinante cuando se produjo un fallo de combustible.

En cambio, existen muchos factores recurrentes en este tipo de evento, que pueden acumularse frecuentemente. Estos factores causales intervienen durante la preparación del vuelo y en su transcurso.

• condiciones meteorológicas adversas,
• condiciones de iluminación precarias."

³ Desde 1997, la BEA establece sus estadísticas basándose en la definición internacional de accidente contemplada por la directiva 94/56/CE. Ciertos eventos clasificados como accidentes antes de 1997 se definen ahora como incidentes. Este es el caso, en particular, de los daños materiales que afectan únicamente al motor o a la hélice.

2.1 Fallos producidos durante la preparación del vuelo

Una **preparación del vuelo incompleta** figura, al menos, en el 75% de los casos.

El menosprecio de los datos meteorológicos (viento, fenómenos peligrosos, etc.) se cita en siete eventos. Los pilotos, que no consultaron las previsiones meteorológicas aeronáuticas, se encontraron con fuertes vientos de frente y/o condiciones meteorológicas que les obligaron a desviarse. El retraso debido a un viento de frente, incluso de baja intensidad, es muy importante para una aeronave lenta.

Consultar los Notams correspondientes al vuelo proyectado también es fundamental; un piloto, que no se informó de la accesibilidad del aeródromo de destino en el que se desarrollaba una manifestación aérea, no solicitó prioridad para el aterrizaje y se vio obligado a realizar un aterrizaje en pleno campo, en la proximidad del aeródromo.

La preparación del vuelo también puede ser incompleta o errónea, con un balance de combustible calculado al mínimo⁴. Por ejemplo, un piloto con un fallo de combustible tuvo que hacer un aterrizaje forzoso: la cantidad necesaria para emprender vuelo, según sus cálculos, era de 92,59 litros, mientras que la cantidad que puede utilizarse para este tipo de aeronave es de 93 litros⁵.

Este último ejemplo también pone de manifiesto problemas de **conocimiento de la máquina utilizada**. La cantidad de combustible que se puede utilizar siempre es inferior a la capacidad de los depósitos completamente llenos.

En este ejemplo, el piloto tampoco había ajustado la riqueza en función de la altitud: los datos del manual de vuelo referentes al consumo tampoco correspondían al consumo real. Otro piloto vio como su motor se paraba por falta de combustible; remolcaba una banderola y el consumo horario utilizado en su cálculo de autonomía era el del aparato únicamente.

Al menos en cinco accidentes, el elemento común se refiere al menosprecio de las posibilidades de avituallamiento en el aeródromo de destino: vuelos al extranjero sin divisas, escala para un avituallamiento en una pista no equipada con surtidor de combustible, combustible reservado para los aviones que tienen su base allí o imposibilidad de pago por tarjeta bancaria⁶.

⁴ El artículo 5.6, relativo al avituallamiento y a las reservas de combustible, de la orden de 24 de julio de 1991 precisa, en particular, que:

"El comandante de la aeronave debe asegurarse antes de emprender el vuelo de que las cantidades de combustible, lubricante y otros productos consumibles le permitirán efectuar el vuelo previsto con un margen aceptable de seguridad.

Estas cantidades no pueden ser inferiores, en ningún caso, a las necesarias para:

- alcanzar el destino previsto teniendo en cuenta las previsiones meteorológicas más recientes, el régimen y la altitud previstos o, en su defecto, las cantidades necesarias sin viento, incrementadas en un diez por ciento;
- además, en I.F.R., si se han previsto en el plan de vuelo uno o varios aeródromos alternativos, llegar al más alejado de estos aeródromos;
- continuar el vuelo al régimen de crucero económico:
- en vuelo V.F.R. diurno, durante veinte minutos, exceptuando los U.L.M. y los aerostatos;
- en vuelo I.F.R. y V.F.R. nocturno, durante cuarenta y cinco minutos, sea cual fuere el tipo de aeronave.

Nadie puede emprender un vuelo local en las inmediaciones de su lugar de salida si no se han embarcado las cantidades de combustible necesarias para volar:

- en V.F.R. diurno, durante treinta minutos;
- en I.F.R. y V.F.R. nocturno, durante cuarenta y cinco minutos.

Nadie puede continuar un vuelo en las inmediaciones de un lugar de aterrizaje adecuado si el avión no dispone de las cantidades de combustible necesarias para volar durante quince minutos."

⁵ Accidente ocurrido el 18 de mayo de 1999 a un F 152 (extracto del boletín de mayo de 1999).

⁶ Accidente ocurrido el 28 abril de 2000 a un Cessna 336 (extracto del boletín de abril de 2000).

2.2 Fallos producidos durante la preparación del avión

En varios casos, las investigaciones han demostrado que el piloto tenía una idea errónea de la situación. A pesar de tener la intención de **llenar completamente el depósito**, no se dio cuenta de que esta operación no se había realizado hasta el final. En efecto, si se introduce la pistola de avituallamiento en el orificio de llenado, se para automáticamente antes de llegar al nivel máximo. Este problema se complica cuando el piloto debe llenar los depósitos de un aparato de alas altas sin un escabel.

Además, en ciertos aparatos existe una posición del selector de combustible que permite alimentar el motor con los dos depósitos en comunicación (posición BOTH) si, durante el llenado del depósito de una de las alas, el selector se encuentra en BOTH, una parte del combustible de esta ala se transfiere automáticamente a la otra; por lo que el piloto no consigue llenar completamente los depósitos del avión si este se encuentra sobre una superficie en pendiente. Estos factores relacionados con el llenado de los depósitos han sido identificados en varios accidentes.

En este ámbito, un incidente ocurrido en 1996 nos aporta un buen número de enseñanzas. Un piloto tuvo que aterrizar en pleno campo, ya que la persona que efectuó el avituallamiento le abasteció por 88 francos de combustible y no con los 88 litros solicitados. El piloto no pudo efectuar una verificación visual porque se trataba de un llenado parcial⁷.

En muchos casos, **las informaciones relativas al avituallamiento no se inscriben en los libros de a bordo, o presentan un gran número de errores**. Sin embargo, esta inscripción es una de las principales defensas contra el fallo de combustible. Estas indicaciones se deben cotejar con las indicaciones de los indicadores de nivel⁸ y un examen visual del nivel de combustible en los depósitos siempre que sea posible.

En siete casos se identificaron **indicadores de nivel defectuosos o imprecisos**. La cantidad de combustible embarcada no podría determinarse con exactitud tomando como base las indicaciones proporcionadas por los indicadores de nivel.

2.3 Fallos relativos al desarrollo del vuelo

Siete eventos se deben a problemas de **selección de depósito**. En caso de parada del motor a baja altura, el cambio de depósito después de las primeras falsas explosiones no siempre permite volver a arrancar en vuelo. En los tres fallos de combustible, todos en Jodel, los pilotos no podían asegurar si el selector estaba en el depósito delantero o trasero, ya que la posición del selector es difícilmente interpretable⁹.

⁷ Boletín de noviembre de 1996.

⁸ El reglamento JAR 23.1337 menciona que los indicadores de nivel de combustible están sido calibrados para indicar un valor nulo en vuelo horizontal a velocidad estabilizada cuando la cantidad restante de combustible es igual a la cantidad inutilizable.

⁹ Incidente ocurrido el 17 de enero de 1998 a un Jodel D 113 (extracto del boletín de enero de 1998, en anexo).

Algunos pilotos utilizan el totalizador integrado al tacómetro para descontar el tiempo de vuelo¹⁰. Ahora bien, las indicaciones de este totalizador no reflejan con exactitud el tiempo efectivo de vuelo (por ejemplo, volando en un DR 400 con un régimen motor inferior a 2.566 r.p.m., el totalizador infravalora el tiempo de vuelo).

También se han producido varios eventos durante una desviación decidida tardíamente, ya que la autonomía restante no permitía llegar al aeródromo de destino ni al de desviación.

Entre 1998 y 2000, un instructor tuvo a bordo un fallo de combustible debido a una prolongación del vuelo sin balance de combustible.

2.4 Interrupción voluntaria del vuelo

Al menos en once casos, de los cuales tres con alumnos pilotos en solitario, se adoptó el factor **obstinación**. Los pilotos eran conscientes de la reducida cantidad de combustible restante, pero no tomaron la decisión de interrumpir el vuelo.

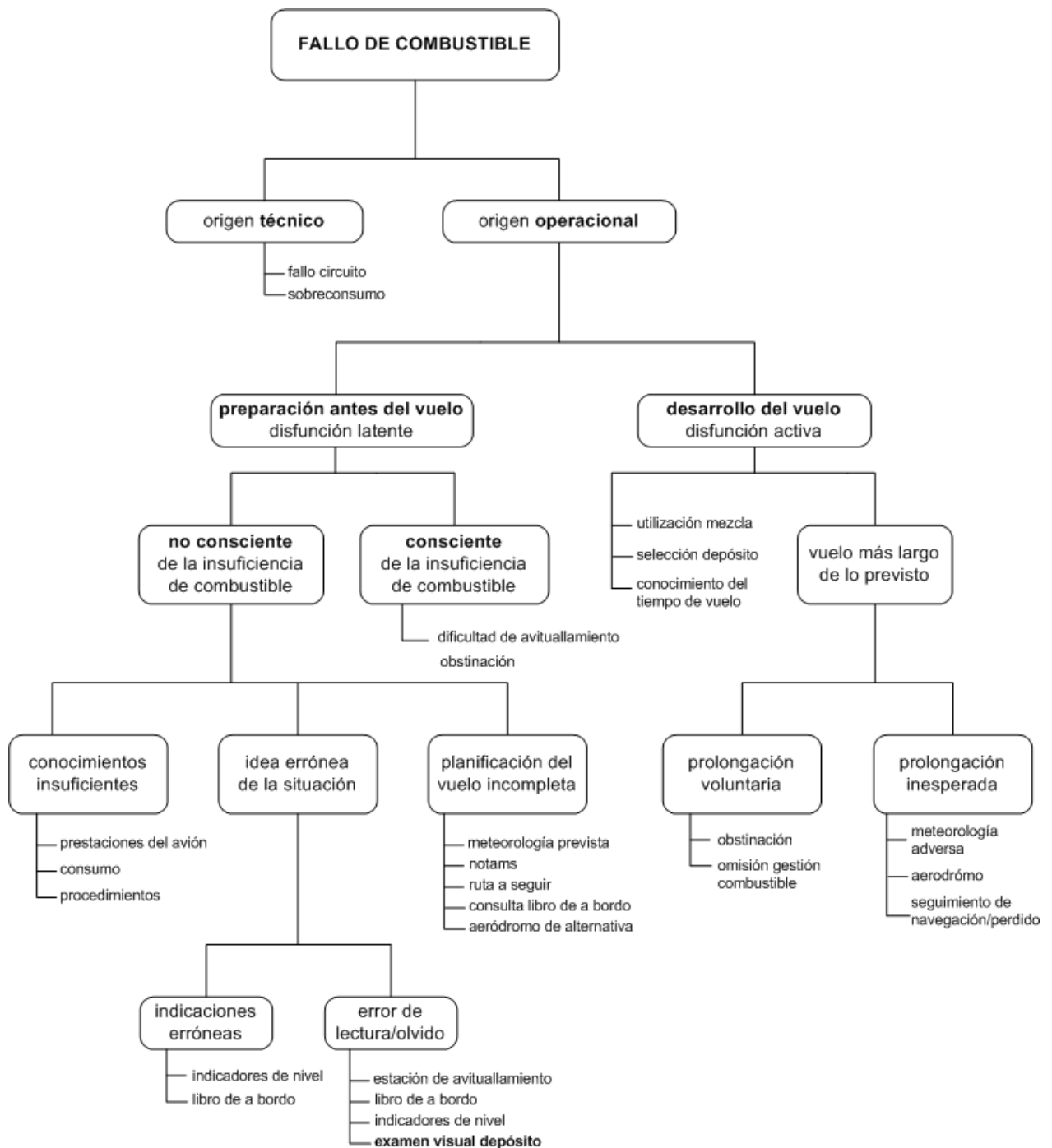
En cambio, en el caso de otros dos pilotos que tomaron esta decisión, el aterrizaje en pleno campo terminó sin daños.

* *
*
*
*

El árbol de causas que presentamos a continuación resume las situaciones que tienen como resultado fallos de combustible.

¹⁰ Accidente ocurrido el 28 de marzo de 1999 a un DR 400-120 (extracto del boletín de marzo de 1999, en anexo).

Arborescencia de las secuencias factuales que provocan accidentes



Este esquema resulta de los casos estudiados, pero no podemos excluir el desarrollo de otras ramas con motivo de nuevos acontecimientos.

3 - CONCLUSIÓN

Para evitar el fallo de combustible, hace falta un buen conocimiento de las prestaciones y de las características de la máquina, así como el cotejo de las informaciones del libro de a bordo con los indicadores de nivel y el examen visual del nivel de los depósitos. Estos elementos forman parte de la preparación del vuelo y son esenciales. Después, la gestión del combustible en vuelo debe permitir tomar la decisión adecuada en el momento oportuno: desviarse o continuar el vuelo.

4 - EVITAR EL FALLO DE COMBUSTIBLE

A la vista de los acontecimientos de este estudio, a continuación exponemos una serie de precauciones que puede utilizar un piloto para evitar el fallo de combustible. Se ha adoptado la cronología de un vuelo como arquitectura de esta lista de precauciones/verificaciones.

❖ Preparación del vuelo

- **Preparación de la navegación/trayecto**
 - estudio de la ruta, tiempo de vuelo, posibilidad de avituallar en escala,
 - estudio del informe meteorológico,
 - estudio de los Notams,
 - balance de combustible,
 - toma en cuenta de los aeródromos de alternativa.
- **Conocimiento del avión**
 - prestaciones, consumos,
 - particularidades del aparato (particularidades relacionadas con el avituallamiento, la cantidad utilizable, los selectores, etc.).
- **Actualización de las informaciones, inspección prevuelo**
 - actualización meteorológica,
 - cantidad de combustible restante,
 - cantidad de combustible añadida,
 - cantidad total embarcada,
 - comparación de los datos del libro de a bordo, del examen visual y de las informaciones de los indicadores de nivel.

❖ Gestión del vuelo

- **Seguimiento del combustible**
 - conocimiento exacto del tiempo de vuelo transcurrido,
 - selección de los depósitos.
- **Replanificación del vuelo**
 - elección del aeródromo de desviación,
 - nuevo balance de combustible.

❖ En caso de situación crítica

- **Decisión de interrumpir el vuelo antes de que se produzca el fallo de combustible**
- **Aterrizaje de precaución**

Lista de anexos

Extractos del Boletín de información sobre los accidentes e incidentes de aviación general

- 1) Incidente ocurrido el 17 de enero de 1998 a un Jodel D 113.
- 2) Incidente ocurrido el 28 de marzo de 1999 a un DR 400-120.
- 3) Incidente ocurrido el 18 de mayo de 1999 a un F 152.
- 4) Incidente ocurrido el 28 de abril de 2000 a un Cessna 336.

Evento (incidente):	Avería motor, aterrizaje forzoso en pleno campo.
Causas identificadas:	Gestión de combustible inadaptada. Gestión de la parada del motor inadaptada.

Consecuencias y daños: Ninguno.

Tipo de aeronave: Avión Jodel D 113 (construcción aficionado).

Fecha y hora: Sábado 17 de enero de 1998, a las 15,00 h.

Explotante: Club.

Lugar: La Roche-Blanche (63).

Naturaleza del vuelo: Local.

Personas a bordo: Piloto + 1.

Títulos y experiencia: Piloto, 29 años, TT de febrero 1984, 282 horas de vuelo, de las cuales 115 en tipo.

Condiciones meteorológicas: Viento 100°/04 kt, CAVOK.

Circunstancias

El avión despegó con 25 litros de combustible en el depósito trasero y 40 litros en el delantero. Al cabo de unos 55 minutos de vuelo el motor se para. Entonces, el aparato evoluciona a una altura de 3.000 pies con rumbo de regreso hacia su aeródromo de salida poco antes de la integración en el circuito del aeródromo. El piloto consigue poner el motor en marcha pero este se para de nuevo unos segundos más tarde. Después de varios intentos fallidos de puesta en marcha, el piloto aterriza en un campo de cultivo despejado de obstáculos.

En tierra, se observa que el selector de combustible está situado sobre el depósito trasero, que está vacío.

El piloto explicó que estaba convencido de que el selector de combustible estaba situado sobre el depósito delantero desde la puesta en marcha en el despegue. También explicó que solía volar con tres Jodel pertenecientes al club y que ninguno tenía un selector de combustible idéntico al otro.

Observación: Durante el descenso, alertó al organismo de control con el que estaba en contacto y se avisó a los bomberos. Una vez en tierra, pidió a un aparato que daba una vuelta a la pista que informara al control de que el aterrizaje se había desarrollado sin problemas.

Evento:	Fallo de combustible, aterrizaje de emergencia fallido en pleno campo.
Causa identificada:	Gestión de combustible inadecuada.

Consecuencias y daños: Aeronave muy deteriorada.

Aeronave: Avión Robin DR 400-120.

Fecha y hora: Domingo 28 de marzo de 1999, a las 16,34 h.

Explotante: Club.

Lugar: Carneville (50).

Naturaleza del vuelo: Viaje.

Personas a bordo: Piloto + 2.

Títulos y experiencia:

- Piloto de 60 años, TT de 1990, 148 horas de vuelo, de las que 35 minutos en los tres meses anteriores.
- Pasajero delantero, TT de 1985, 734 horas de vuelo.
- Pasajero trasero, TT de 1995.

Condiciones meteorológicas: Viento de 230°/09 kt, ráfagas de 17 kt, visibilidad superior a 10 km, FEW a 3.900 pies, SCT a 9.800 pies, temperatura 13°C, temperatura del punto de rocío 2°C.
Viento a 500 m: 210°/15 kt, a 1.000 m: 210°/20 kt.

Circunstancias

El aparato despegó para realizar un vuelo Cherburgo - Old Sarum (Gran Bretaña) - Kemble (Gran Bretaña) - Cherburgo. Cada una de las personas que van a bordo debe efectuar una etapa. Participan en el viaje otros dos aparatos. De regreso a Cherburgo, el piloto se pone en contacto con la torre de control y solicita prioridad en el aterrizaje para efectuar una semidirecta. En la etapa de base, el motor se para y el piloto aterriza en un campo. El depósito de 110 litros está vacío.

El piloto explica que la duración estimada del vuelo era de unas tres horas. El tiempo de vuelo indicado en el libro de a bordo para las dos primeras etapas es de 1 hora y 10 minutos y de 55 minutos, respectivamente. Según el piloto, la duración del vuelo en el tercer tramo es de 1 hora y 42 minutos (tiempo deducido después de la lectura del contador).

Ahora bien, este contador, incorporado en el cuentarrevoluciones, está en relación directa con el número de vueltas del motor y ajustado para funcionar a un régimen de 2.566 r.p.m. A un régimen inferior, el contador subestima el tiempo de vuelo, por lo que no refleja directamente su tiempo efectivo.

Durante el vuelo, los pilotos volaron en régimen de crucero a 2.400 r.p.m. y, luego, a 2.200 r.p.m., una vez que se encendió el indicador de nivel bajo.

El consumo horario a 2.400 r.p.m. es de 24 litros por hora aproximadamente.

El abastecimiento antes del vuelo no lo realizó el piloto. Aunque se añadieran 78 litros de combustible, no se puede afirmar que el depósito estuviera lleno en el momento del despegue.

La investigación ha probado que el aparato despegó de Cherburgo con una sobrecarga de 18 kg.

Evento:	Fallo de combustible, aterrizaje en pleno campo.
Causas identificadas:	Preparación de vuelo errónea y falta de ajuste de la riqueza en crucero.

Consecuencias y daños:	Aeronave deteriorada.
Aeronave:	Avión Reims Aviation F 152 Conforme.
Fecha y hora:	Martes 18 de mayo de 1999, a las 13,45 h.
Explotante:	Club.
Lugar:	Pissos (40).
Naturaleza del vuelo:	Viaje.
Personas a bordo:	Piloto.
Títulos y experiencia:	Piloto, 43 años, TT de 1993, 151 horas de vuelo, de las que 31 en tipo y 9 en los tres meses anteriores.
Condiciones meteorológicas:	Evaluadas en el lugar del accidente: viento sur-sudeste 6 a 12 kt, visibilidad superior a 10 km, BKN a 2.500 pies, localmente tormentoso. El mapa de los vientos FL 50 del que dispone el piloto indica un viento medio de 15 kt de sector sur en el trayecto.

Circunstancias

El piloto despegó a las 10,20 h de Toussus-le-Noble con destino a Mimizan. Aproximadamente a 15 NM de su destino, nota una pérdida de potencia seguida de falsas explosiones del motor, y decide aterrizar en un campo. El motor sigue funcionando en el aterrizaje. La rueda del tren delantero se hunde en el suelo blando y el avión da una vuelta de campana.

El depósito del ala izquierda del avión estaba vacío, y el derecho contenía algunos litros. El contador horario indica un tiempo de funcionamiento de 3,30 h desde la puesta en marcha.

El manual de vuelo del avión proporciona la siguiente información:

- capacidad total de los depósitos: 98 litros, combustible utilizable: 93 litros,
- consumo: 23 litros por hora a una velocidad de 100 kt, a 4.000 ft, a 2.450 r.p.m., con una temperatura estándar. Para conseguir este consumo, se recomienda una mezcla empobrecida.

El piloto explica que preparó su vuelo teniendo en cuenta un consumo de 23 litros por hora. El vaciado rápido calculado para una distancia de 318 NM es de 73 l, para una duración de vuelo de 3,11 h. A esta cantidad añadió un 10% del vaciado rápido, es decir, 7 litros, así como una reserva suplementaria para 20 minutos de vuelo, o sea, 7,59 litros, según su plan de vuelo. Teniendo en cuenta un forfait de 5 litros para el recorrido en tierra, el piloto se abasteció con una cantidad mínima reglamentaria de combustible de 92,59 litros.

Evento:	Fallo de combustible, aterrizaje en pleno campo.
Causa identificada:	Conocimiento insuficiente del avión que provoca una confusión en la selección de los depósitos.

Consecuencias y daños:	Hélice delantera, extremo del ala izquierda y empenaje horizontal dañados, tren delantero aplastado.
Tipo de aeronave:	Avión Cessna 336 "Skymaster".
Fecha y hora:	Viernes 28 de abril de 2000, a las 17,48 h.
Explotante:	Sociedad.
Lugar:	AD Montpellier Méditerranée (34).
Naturaleza del vuelo:	Vuelo de control después de cambio de los motores.
Personas a bordo:	Piloto + 1.
Títulos y experiencia:	- Piloto, 38 años, PP de 1988, ITT de 1992, 5.840 horas de vuelo, de las que 8 en tipo y 141 en los tres meses anteriores. Exceptuando las etapas efectuadas el día del accidente, ningún vuelo en tipo desde hace 13 meses. - Pasajero, 29 años, TT de 1997, PP de octubre de 1999, más de 300 horas de vuelo.
Condiciones meteorológicas:	Viento 030°/12 kt, visibilidad 5 km, BKN a 4.000 pies.

Circunstancias

El piloto aterriza en Montpellier Candillargues para abastecerse de combustible. Por falta de un medio adecuado de pago, no puede hacerlo. Entonces, el piloto controla visualmente el nivel de combustible en los cuatro depósitos. Los dos exteriores están vacíos, pero los dos interiores contienen una cantidad suficiente de combustible para realizar el vuelo de regreso previsto a Béziers (a 65 km). No obstante, el piloto decide despegar con dirección a Montpellier Méditerranée (a 9 km) para abastecerse. Al final de la etapa de base en Montpellier Méditerranée, a una altura aproximada de 500 pies, los motores pierden potencia. El piloto efectúa un aterrizaje forzoso en una zona pantanosa. Durante su recorrido, el tren delantero se aplasta, el avión bascula hacia delante y, después, toca el suelo con el ala izquierda e inicia un caballito.

El piloto señaló que había puesto el selector sobre "depósitos principales", pensando que éstos eran los depósitos interiores.