

CIAIAC

COMISIÓN DE
INVESTIGACIÓN
DE **A**CCIDENTES
E **I**NCIDENTES DE
AVIACIÓN **C**IVIL

Informe técnico IN-036/2019

Incidente ocurrido el día 16 de julio de 2019 entre las aeronaves Cessna 172N, matrícula EC-GLO, y Cessna 172RG, matrícula EC-HHX, en las proximidades del punto Sierra de notificación de Cuatro Vientos (Madrid)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ©

NIPO: 796-21-115-0

Diseño, maquetación e impresión: Centro de Publicaciones

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL

Tel.: +34 91 597 89 63
Fax: +34 91 463 55 35

E-mail: ciaiac@mitma.es
<http://www.ciaiac.es>

C/ Fruela, 6
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 probables y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el art. 5.4.1 del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional; y según lo dispuesto en los arts. 5.5 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1,4 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente, la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

Índice

Tabla de Ilustraciones	4
Abreviaturas	5
Sinopsis	7
1. INFORMACIÓN FACTUAL	9
1.1. Descripción del suceso	9
1.2. Lesiones personales	9
1.3. Daños a la aeronave.....	10
1.4. Otros daños.....	10
1.5. Información sobre el personal	10
1.6. Información sobre la aeronave	12
1.7. Información meteorológica.....	13
1.8. Ayudas para la navegación.....	13
1.9. Comunicaciones	14
1.10. Información de aeródromo.....	14
1.11. Registradores de vuelo	18
1.12. Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	20
1.13. Información médica y patológica	20
1.14. Incendio	20
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia.....	20
1.16. Ensayos e investigaciones.....	20
1.17. Información sobre organización y gestión.....	23
1.18. Información adicional.....	24
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	31
2. ANÁLISIS	32
2.1. Análisis de la situación meteorológica.....	32
2.2. Análisis de trayectorias.....	32
2.3. Análisis de la operación.....	39
2.4. Análisis del <i>Manual de Operaciones</i> de Aerofan	43
2.5. Análisis de la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos.....	45
2.6. Análisis de las frecuencias aire-aire en espacio aéreo clase G	46
3. CONCLUSIONES	47
3.1. Constataciones	47
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	48
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	49

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Aeronave Cessna 172N	12
Ilustración 2 Aeronave Cessna 172RG	13
Ilustración 3 Carta aproximación visual Cuatro Vientos	16
Ilustración 4 Sectores TMA cercanos a Cuatro Vientos	16
Ilustración 5 Región al sur de N-V	17
Ilustración 6 Trayectoria seguimiento de flota aeronave EC-GLO	18
Ilustración 7 Instantes UTC y posición obtenida del sistema de seguimiento de flota aeronave EC-GLO	19
Ilustración 8 Radar primario a las 08:34:35 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO	21
Ilustración 9 Radar primario a las 08:34:09 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO	21
Ilustración 10 Radar primario a las 08:34:59 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO	21
Ilustración 11 Aeronave EC-HHX en radar secundario a las 08:35:42 UTC	22
Ilustración 12 Traza de las aeronaves en el radar secundario a las 08:37:27 UTC	22
Ilustración 13 Extracto parte C <i>Manual Operaciones</i> Aerofan	23
Ilustración 14 Aproximación al pasillo situado al sur de LECU de la aeronave EC-HHX en el día 10 Julio de 2019	25
Ilustración 15 Invasión del TMA en aproximación al pasillo sur LECU de la aeronave EC-HHX el día 10 de Julio de 2019	25
Ilustración 16 Aeronave en el pasillo al sur de LECU el día 10 de Julio de 2019	25
Ilustración 17 Aeronave EC-HHX en el punto S de LECU el día 10 de Julio de 2019	26
Ilustración 18 Procedimiento VFR en TMA Barcelona	30
Ilustración 19 Mapa de circulación VFR en TMA de Barcelona	31
Ilustración 20 Altitud en cientos de ft de la aeronave EC-HHX	33
Ilustración 21 Aproximación de altitud en el intervalo de 3100 ft	34
Ilustración 22 Aproximación altitud	34
Ilustración 23 Aproximación lineal altitud aeronave EC-GLO	35
Ilustración 24 Posición de las aeronaves a las 08:34:35 UTC	36
Ilustración 25 Posición aeronaves a las 08:35:47 UTC	37
Ilustración 26 Posición aeronaves a las 08:35:52 UTC	37
Ilustración 27 Posición aeronaves a las 08:35:57 UTC	38
Ilustración 28 Reconstrucción de trayectorias en perfil y planta a las 08:35:47 UTC	38
Ilustración 29 Reconstrucción de separación vertical y horizontal a las 08:35:47 UTC, instante de la mínima separación entre aeronaves	39
Ilustración 30 Posición relativa de las aeronaves	40
Ilustración 31 Posición relativa aeronaves en la primera comunicación radio	42
Ilustración 32 Silo de Navalcarnero	44
Ilustración 33 Silo de Navalcarnero y sector sur de la carretera N-V	44

Abreviaturas

°	Grado sexagesimal
°C	Grado(s) centígrado(s)
AD	Aeródromo
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
AMSL	Altitud sobre el nivel medio del mar
ATC	Control de tráfico aéreo
ATSB	<i>Australian Transport Safety Bureau</i>
ATZ	Zona de tráfico de aeródromo
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CPL	Licencia de piloto comercial
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CRE	Habilitación de examinador de clase
CRE (A)	Habilitación de examinador de clase de avión
CRI	Habilitación de instructor de clase
CRI (A)	Habilitación de instructor de clase de avión
FAA	Federal Aviation Administration
FE	Examinador de vuelo
FE (A)	Examinador de vuelo de avión
FI	Instructor de vuelo
FI (A)	Instructor de vuelo de avión
FIE	Examinador de instructor de vuelo
FIE (A)	Examinador de instructor de vuelo de avión
FI NIGHT	Instructor de vuelo nocturno
FL	Nivel de vuelo
ft	Pies
ft/min	Pies por minuto
GPS	Sistema mundial de determinación de la posición
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal
IAS	Velocidad indicada
IR (A)	Habilitación Instrumental de avión
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LECU/LEVS	Código OACI Aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos
LEGT	Código OACI Aeropuerto de Getafe
m	Metro(s)
MEP	Habilitación de avión multimotor de pistón
METAR	Informe meteorológico de aeródromo
Mhz	Megahercio
PPL	Licencia de piloto privado

Informe técnico IN-036/2019

PPL (A)	Licencia de piloto privado de avión
QNH	Presión atmosférica al nivel medio del mar en la zona del aeropuerto
s	Segundos
SEP	Habilitación de avión monomotor de pistón
SERA	Reglas estándar europeas del aire
SNS	Sistema de notificación de sucesos
t	tiempo
TAF	Pronóstico meteorológico en el aeropuerto
TMA	Área terminal de maniobras
TWR	Torre de control de aeródromo o control de aeródromo
UTC	Tiempo universal coordinado
VFR	Reglas de Vuelo Visual

Sinopsis

	AERONAVE 1	AERONAVE 2
Operador:	Flyschool	Aerofan
Aeronave:	Cessna 172N	Cessna 172RG
	matrícula EC-GLO	matrícula EC-HHX
Personas a bordo:	Dos, ilesos	Dos, ilesos
Tipo de vuelo:	Instrucción	Instrucción
Fase de vuelo:	En ruta	En ruta, descenso normal
Reglas de vuelo:	VFR	VFR
Fecha y hora del incidente:	16 de julio de 2019, 08:36 UTC ¹	
Lugar del incidente:	En las proximidades del Punto Sierra (S) de Notificación de Cuatro Vientos LECU (Madrid)	
Fecha de aprobación:	27 de enero de 2021	

Resumen de la investigación

El martes 16 de julio de 2019, la aeronave Cessna 172N con matrícula EC-GLO, se encontraba de regreso al aeródromo de Cuatro Vientos (LECU) durante la realización de un vuelo de instrucción. Mientras se encontraba en vuelo recto y nivelado a 3000 ft en dirección al Punto S (Residencial Miraflores) de LECU, la tripulación de la aeronave escuchó en frecuencia aire-aire una comunicación procedente de otra aeronave Cessna 172RG, con matrícula EC-HHX, notificando que se encontraba a 3500 ft sobre el punto WG de LEGT (Getafe), y al oeste de la primera aeronave.

Alrededor de la 08:36 UTC, la aeronave Cessna 172RG sobrevoló en trayectoria descendente y a escasos metros por encima de la Cessna 172N.

Las tripulaciones de ambas aeronaves no resultaron lesionadas y las aeronaves no sufrieron ningún tipo de daño.

La investigación ha concluido que la causa del incidente fue la falta de adherencia de la tripulación de la aeronave con matrícula EC-HHX, a la disposición contenida en la carta de circulación VFR del TMA de Madrid de no sobrepasar 3000 ft al sur de la N-V, así como el incumplimiento de las disposiciones relativas al derecho de paso recogidas en SERA.3210 del reglamento del aire.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC. La hora local se calcula sumando 1 h a la hora UTC

Se considera como factor contribuyente al incidente la discordancia entre la información recogida en el *Manual de Operaciones* de Aerofan y la información publicada en el AIP España.

Como consecuencia de la investigación se han emitido tres recomendaciones de seguridad: una dirigida al operador aéreo AEROFAN y otras dos dirigidas a ENAIRE.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Descripción del suceso

El 16 de julio de 2019 a las 08:36 UTC, se produjo un incidente por pérdida de separación entre dos aeronaves en las proximidades del punto Sierra de notificación de Cuatro Vientos, encontrándose ambas aeronaves de regreso al aeródromo de Cuatro Vientos (LECU).

A bordo de la aeronave Cessna 172N de matrícula EC-GLO, operada por Flyschool, se encontraba un instructor y un alumno en un vuelo para la renovación de la habilitación monomotor SEP en vuelo recto y nivelado a 3000 ft directos al punto S (Mirasierra) de LECU. De acuerdo a lo declarado por el instructor, escucharon en frecuencia aire-aire a otra aeronave operada por la escuela Aerofan notificando que se encontraban a 3500 ft sobre el punto WG de Getafe, al oeste de su posición.

La tripulación de la aeronave Cessna 172N de matrícula EC-GLO, declaró a la CIAIAC que notificó por radio a la otra aeronave que la tenía a la vista, que ellos (EC-GLO) se encontraban entre las 2 y las 3 de la EC-HHX. Unos instantes después, la tripulación de la aeronave Cessna 172N de matrícula EC-GLO, declaró a la CIAIAC que perdió el contacto visual de la otra aeronave que volaba a una altitud superior, posiblemente siendo obstruida la visión debido a la configuración de ala alta de la Cessna 172N.

A los pocos segundos, la aeronave Cessna 172RG de matrícula EC-HHX, sobrevoló en descenso a la aeronave Cessna 172N de matrícula EC-GLO a escasos metros de distancia.

Ambas aeronaves aterrizaron posteriormente con normalidad en el aeródromo de Cuatro Vientos. No se produjo ningún daño como consecuencia del incidente.

1.2. Lesiones personales

1.2.1. Aeronave EC-GLO

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Graves				
Leves/ilesos	2		2	
TOTAL	2		2	

1.2.2. Aeronave EC-HHX

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Graves				
Leves/ilesos	2		2	
TOTAL	2		2	

1.3. Daños a la aeronave

Ninguna de las aeronaves sufrió daños.

1.4. Otros daños

No se produjeron otros daños

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Piloto examinador de la aeronave EC-GLO

El piloto examinador, de nacionalidad española, de 62 años de edad, tenía licencia de piloto comercial de avión CPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 16/05/1995 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación SEP (*land*) de monomotores de pistón válida hasta el 31/12/2020
- Habilitación MEP (*land*) de multimotores de pistón válida hasta el 31/07/2019
- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta 31/07/2019
- Habilitación AT- 4/5/6/8 SET, de Air Tractor válida hasta 31/08/2020
- Habilitación FI(A) de instructor de vuelo de avión de PPL, CPL, SEP, MEP, IR, FI, NIGHT válida hasta el 30/11/2021
- Habilitación CRI(A) de instructor de clase MEP(*land*) válida hasta el 31/03/2022

El piloto examinador tenía el certificado de examinador de vuelo con las atribuciones FE(A), FIE(A) y CRE(A), expedido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) válido hasta el 30/09/2021.

Su experiencia total era de 6108 horas de vuelo, de las cuales en el tipo de aeronave eran de 5970 horas.

La fecha del último vuelo realizado fue el 15/07/2019 con una duración total de una hora y quince minutos

El certificado médico para la clase 1 se encuentra en vigor hasta el 29/11/2019.

1.5.2. Alumno piloto de la aeronave EC-GLO

El alumno piloto, de nacionalidad española, de 40 años de edad, tenía licencia de piloto privado PPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 28/01/2015 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación MEP (*land*) de multimotores de pistón válida hasta el 31/01/2020
- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta el 31/01/2020
- Habilitación NIGHT de vuelo nocturno

Su experiencia total era de 194 horas de vuelo de las cuales en el tipo de aeronave eran de 173 horas.

La fecha del último vuelo realizado fue el 15/07/2019 con una duración total de dos horas de vuelo.

El certificado médico para la clase 1 se encuentra en vigor hasta el 27/11/2019.

1.5.3. Piloto instructor de la aeronave EC-HHX

El piloto instructor, de nacionalidad española, de 34 años de edad, tenía licencia de piloto comercial de avión CPL(A), expedida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) desde el 20/04/2010 con las siguientes habilitaciones:

- Habilitación SEP (*land*) de monomotores de pistón válida hasta el 31/07/2021
- Habilitación MEP (*land*) de multimotores de pistón válida hasta el 31/07/2020
- Habilitación para vuelo instrumental, IR(A), válida hasta 31/07/2020
- Habilitación FI(A) de instructor de vuelo SEP válida hasta el 31/05/2022

Su experiencia total era de 600 horas de vuelo de las cuales en el tipo de aeronave eran de ochenta horas. El número de horas como instructor era de 130 horas.

Realizó sesiones de entrenamiento inicial para nuevos instructores de vuelo los días 2 y 3 de junio de 2019.

Experiencia total de 600 horas de vuelo en aeronaves C172, C152, PA28, PA34 y DA40.

El certificado médico para la clase 1 se encuentra en vigor hasta el 27/06/2020.

1.5.4. Alumno piloto de la aeronave EC-HHX

El alumno piloto, de nacionalidad española, de 46 años de edad, se encontraba en formación PPL.

Su experiencia total era de setenta horas de vuelo.

El certificado médico para la clase 2 se encuentra en vigor hasta el 14/11/2020.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general de la aeronave EC-GLO

La aeronave operada por Flyschool, de matrícula EC-GLO, modelo Cessna 172N y número de serie 17269275, tenía certificado de matrícula emitido por AESA el 14 de enero de 1997 y fue fabricada en 1977. Contaba en el momento del incidente con unas 7416 horas de vuelo.

El certificado de revisión de aeronavegabilidad tenía validez hasta el 8 de abril de 2020.

Esta aeronave está equipada con un motor LYCOMING O-320-H2AD. Se trata de un avión de ala alta, tiene una envergadura de 11 m, una longitud de 8,2 m y una altura de 2,68 m.

Las luces de navegación convencionales se encuentran ubicadas en la punta de ala y en la parte superior del timón de dirección. Las luces de aterrizaje se encuentran debajo del cono de la hélice.



Ilustración 1 Aeronave Cessna 172N

1.6.2. Información general de la aeronave EC-HHX

La aeronave operada por Aerofan, de matrícula EC-HHX, modelo Cessna 172RG y número de serie 172RG0006, tenía certificado de matrícula emitido por AESA el 20 de marzo de 2000 y fue fabricada en 1980. Contaba en el momento del incidente con unas 12328 horas de vuelo.

El certificado de revisión de aeronavegabilidad tenía validez hasta el 17 de septiembre de 2019.

Esta aeronave está equipada con un motor LYCOMING O-360-F1A6. Se trata de un avión de ala alta, tiene una envergadura de 11 m, una longitud de 8,35 m y una altura de 2,68 m.

Luces de navegación convencionales se encuentran ubicadas en la punta de ala y en la parte superior del timón de dirección. Las luces de aterrizaje se encuentran debajo del cono de la hélice.



Ilustración 2 Aeronave Cessna 172RG

1.7. Información meteorológica

En los registros del aeropuerto de Madrid/Cuatro Vientos se recogen los siguientes METAR en torno a la hora del incidente:

METAR de Cuatro Vientos el día 16 de julio a las 08:30 UTC:
METAR LEVS 160830Z VRB04KT CAVOK 26/11 Q1017=

Viento de dirección variable con 4 kt de intensidad. Visibilidad de 10 km o más, ausencia de nubes y ningún fenómeno de tiempo significativo. Temperatura de 26°C, punto de rocío 11°C y QNH 1017 hPa.

Los datos y las imágenes de teledetección confirman que no había apenas nubosidad en la zona, ni actividad convectiva, que solamente estaba prevista en la zona de la cordillera Ibérica. El viento era flojo de dirección variable en superficie, y en niveles bajos (FL 020/FL 050) las previsiones señalaban 10/15 nudos del este a las 06 UTC y 5/10 nudos de sur a las 12 UTC.

El día del incidente y en la región de Cuatro Vientos, el amanecer tuvo lugar a las 04:58 UTC, por lo que a la hora en la que sucedió el incidente, alrededor de las 08:36 UTC, las condiciones de luz natural eran de luz diurna.

1.8. Ayudas para la navegación

No aplicable.

1.9. Comunicaciones

En los alrededores de Cuatro Vientos (LECU), es comúnmente utilizada la frecuencia aire-aire 131,975 Mhz, por las aeronaves que vuelan en espacio aéreo clase G para notificar sus posiciones e intenciones.

En el momento del incidente, ambas aeronaves estuvieron en comunicación mediante la frecuencia aire-aire 131,975 Mhz. En este caso, no existen registros de esta frecuencia puesto que no se graban, sin embargo, mediante las declaraciones de ambas tripulaciones ha sido posible determinar las comunicaciones radio mantenidas.

La frecuencia 131,975 Mhz se usa como frecuencia aire-aire por acuerdo entre las escuelas de vuelo de Cuatro Vientos. Es de utilidad su uso pues existen muchos tráficos de escuelas en las proximidades de Cuatro Vientos haciendo vuelos VFR y hay ciertas zonas, como el pasillo situado al sur del punto de notificación Sierra (S) de LECU, con mucha densidad de tráfico.

De acuerdo con la declaración de ambas tripulaciones, la aeronave C172RG con matrícula EC-HHX notificó su posición e intenciones en frecuencia aire-aire 131,975 Mhz sobre la vertical del punto WG a 3500 ft. En ese instante, la aeronave C172N con matrícula EC-GLO le notificó a dicho tráfico que lo tenía a la vista y que se encontraba entre las 2 y 3 de su posición a 3000 ft.

De acuerdo a las declaraciones, la tripulación de la aeronave C172RG con matrícula EC-HHX no tuvo contacto visual con la otra aeronave en ningún momento y esta situación fue comunicada por radio. Según declaró a la CIAIAC la tripulación de la aeronave C172N con matrícula EC-GLO, pocos segundos después de tener a la otra aeronave a la vista, la perdió de su campo visual, posiblemente debido a la obstrucción del campo visual provocada por la configuración de ala alta de la Cessna 172 y un tráfico procediendo a una altitud superior.

Unos instantes después, la aeronave EC-HHX sobrevoló en descenso a la aeronave EC-GLO a escasos metros de distancia. Posteriormente al momento del incidente, las tripulaciones de ambas aeronaves establecieron contacto radio por primera vez con TWR del aeródromo de Cuatro Vientos, en frecuencia 118,7 Mhz, al aproximarse al punto de notificación Sierra (S) de LECU.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Madrid Cuatro Vientos (LECU/LEVS) está ubicado 8,5 Km al suroeste de la ciudad y es de uso compartido civil y militar. Se sitúa dentro del TMA de Madrid, tiene autorizados únicamente tráficos VFR de aeronaves ligeras y está cerrado para aeronaves sin radiocomunicación en ambos sentidos.

Su elevación es de 692 m (2269 ft) y el circuito de tránsito del aeropuerto para aviones se realiza al sur de la pista, a una altitud de 3000 ft.

El AIP España refleja la limitación de velocidad para entradas y salidas por los puntos visuales de todas las aeronaves de Cuatro Vientos en 150 kt.

1.10.1. Información de la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos

La carta de aproximación visual de Madrid Cuatro Vientos (LECU/LEVS) establece que las aeronaves con destino Madrid Cuatro Vientos contactarán con TWR en los puntos N (Boadilla del Monte) y S (Residencial Miraflores) a la espera de recibir autorización ATC para entrar en el circuito de tránsito.

Según la información recogida en la Carta de Aproximación Visual de LECU:

En el punto S:

Las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt procederán a 3000 ft AMSL y las aeronaves con IAS superior a 120 kt procederán a 3500 ft AMSL, ambas hasta incorporarse al circuito de tránsito de aeródromo. Aeronaves procediendo a 3500 ft AMSL deberán comunicar, antes de cruzar el pasillo de entrada y salida de Getafe, con la TWR de Getafe para información de tránsito.

La carta de aproximación visual de Getafe (LEGT) establece que las aeronaves con destino o salida de la Base Aérea de Getafe contactarán con TWR de Getafe en el punto WG a 3500 ft AMSL. En caso de aeronaves con fallo de comunicaciones, las aeronaves procederán siempre desde el punto WG a 3000 ft AMSL para incorporarse al circuito de fallo de comunicaciones.

De igual manera la carta de aproximación visual de Madrid Cuatro Vientos establece la siguientes precauciones y observaciones:

Precaución: "Los aviones con destino o salida de Madrid/Getafe AD por punto WG, mantienen 3500 ft AMSL".

Observación 1: "No sobrevolar las poblaciones de Valdemoro, Aranjuez, Boadilla del Monte, Móstoles y Alcorcón, manteniéndolas siempre a la IZQUIERDA y la población de Villaviciosa de Odón, manteniéndola a la derecha"

Observación 2: "Todas las aeronaves que entren y salgan del ATZ MADRID/Cuatro Vientos desde/hacia los puntos establecidos, llevarán encendidas las luces de aterrizaje a fin de hacerse ver de forma más efectiva"

La siguiente imagen muestra la información contenida en la carta de aproximación visual de LECU relativa al pasillo situado al sur del punto de notificación Sierra:

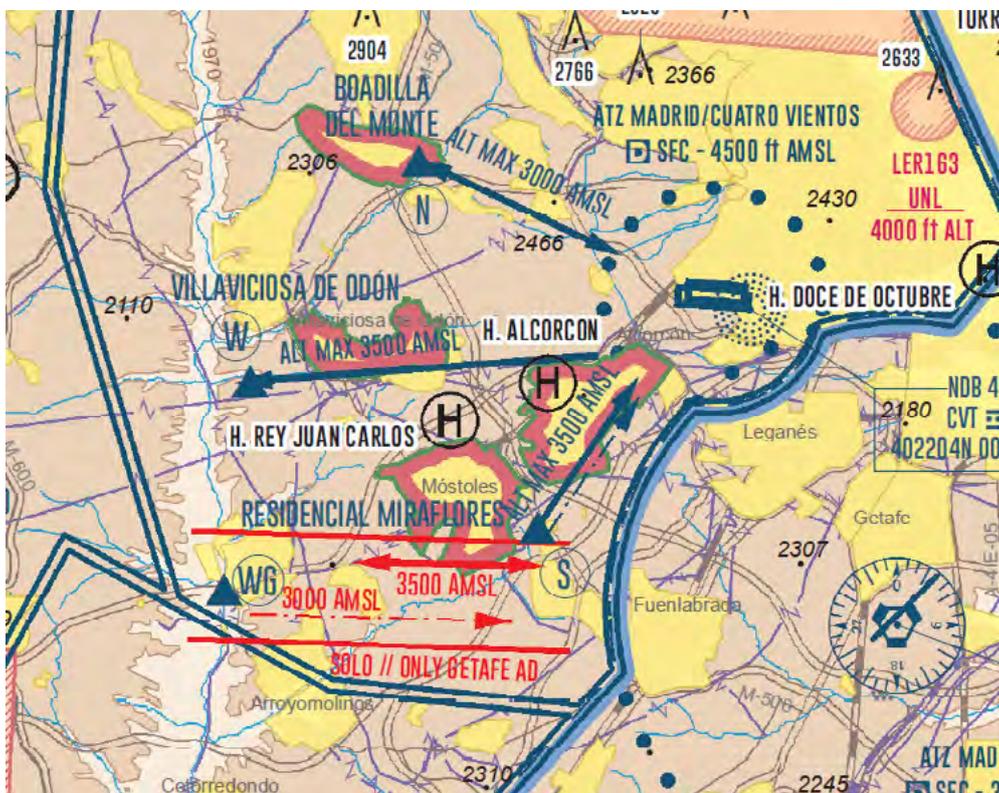


Ilustración 3 Carta aproximación visual Cuatro Vientos

La siguiente figura muestra los sectores del TMA de Madrid cercanos al aeropuerto de Cuatro Vientos:

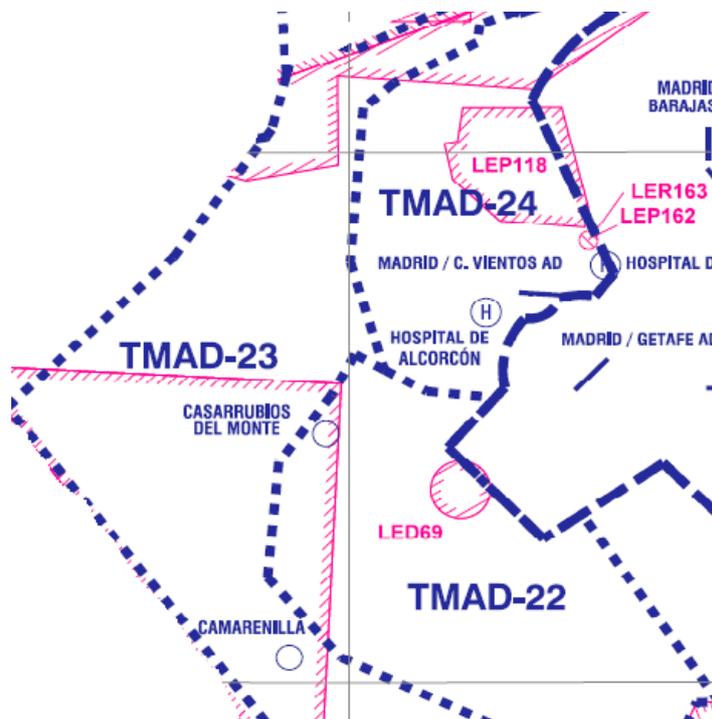


Ilustración 4 Sectores TMA cercanos a Cuatro Vientos

Los límites inferiores de los sectores son los siguientes:

Sector TMA	Límite inferior
TMAD-22	3000 ft AMSL
TMAD-23	4500 ft AMSL
TMAD-24	3500 ft AMSL

1.10.2. Información de la carta de circulación VFR del TMA de Madrid

La información contenida en el AIP ENR 6.9-13 recoge la siguiente precaución:

PRECAUCION: no sobrepasar 3000 ft en el sector visual al sur de la carretera N-V

La siguiente figura muestra la región situada al sur de la carretera N-V sombreada en un color rojo dentro del pasillo VFR situado al sur de LECU:

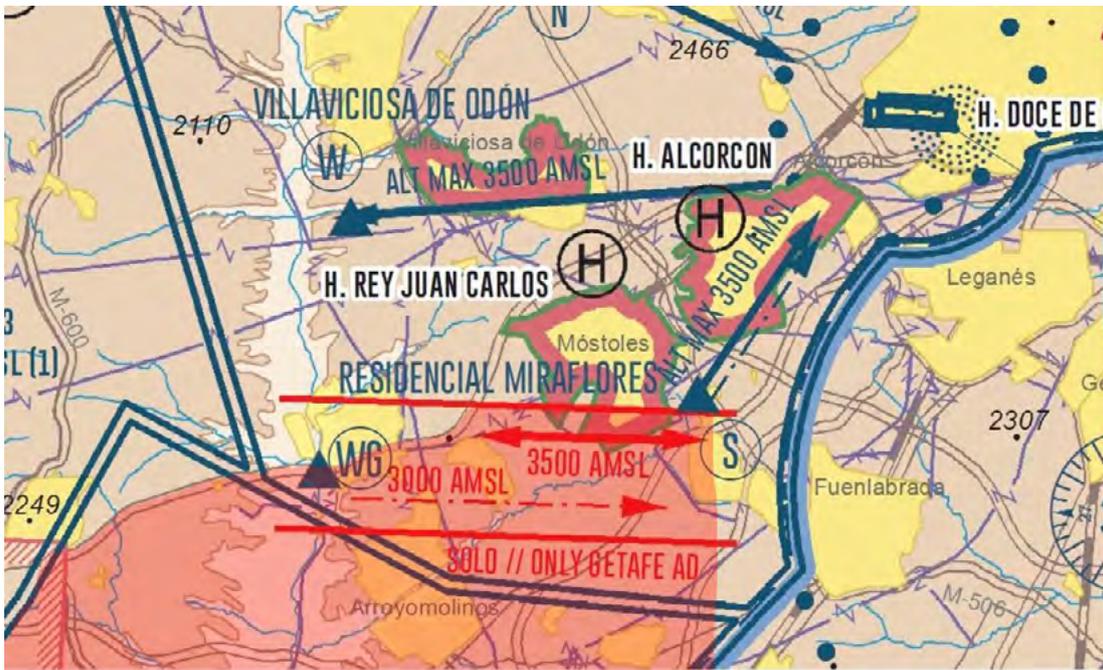


Ilustración 5 Región al sur de N-V

1.10.3. Información del Plan Director del Aeropuerto de Cuatro Vientos

El Anexo 2 (Espacios Aeronáuticos y Servicios de control de tránsito aéreo) del Plan Director del Aeropuerto de Cuatro Vientos establece lo siguiente:

Se prohíbe sobrepasar los 3000 ft en el sector visual Sur de la N-V, puesto que los aviones con destino o salida de Getafe por el punto WG mantienen 3500 ft. Se prohíbe, asimismo, sobrevolar las poblaciones de Boadilla del Monte, Móstoles y Alcorcón, manteniéndolas siempre a la IZQUIERDA.

1.11. Registradores de vuelo

Las aeronaves no estaban equipadas con un registrador convencional de datos de vuelo o con un registrador de voz para el puesto de pilotaje. La reglamentación aeronáutica pertinente no exige la instalación de ningún tipo de registrador para este tipo de aeronaves.

1.11.1. Seguimiento de flota de la aeronave EC-GLO

La escuela de vuelo Flyschool utiliza un sistema de seguimiento de flota que incorpora en sus aeronaves de instrucción. De esta manera, se han recuperado los datos de posición, velocidad y altitud de la aeronave con matrícula EC-GLO en los instantes en los cuales no se disponía de trazas de radar secundario.

En la siguiente figura se observa la trayectoria seguida por la aeronave con matrícula EC-GLO, recogidos a partir de los datos de seguimiento de flota del operador.

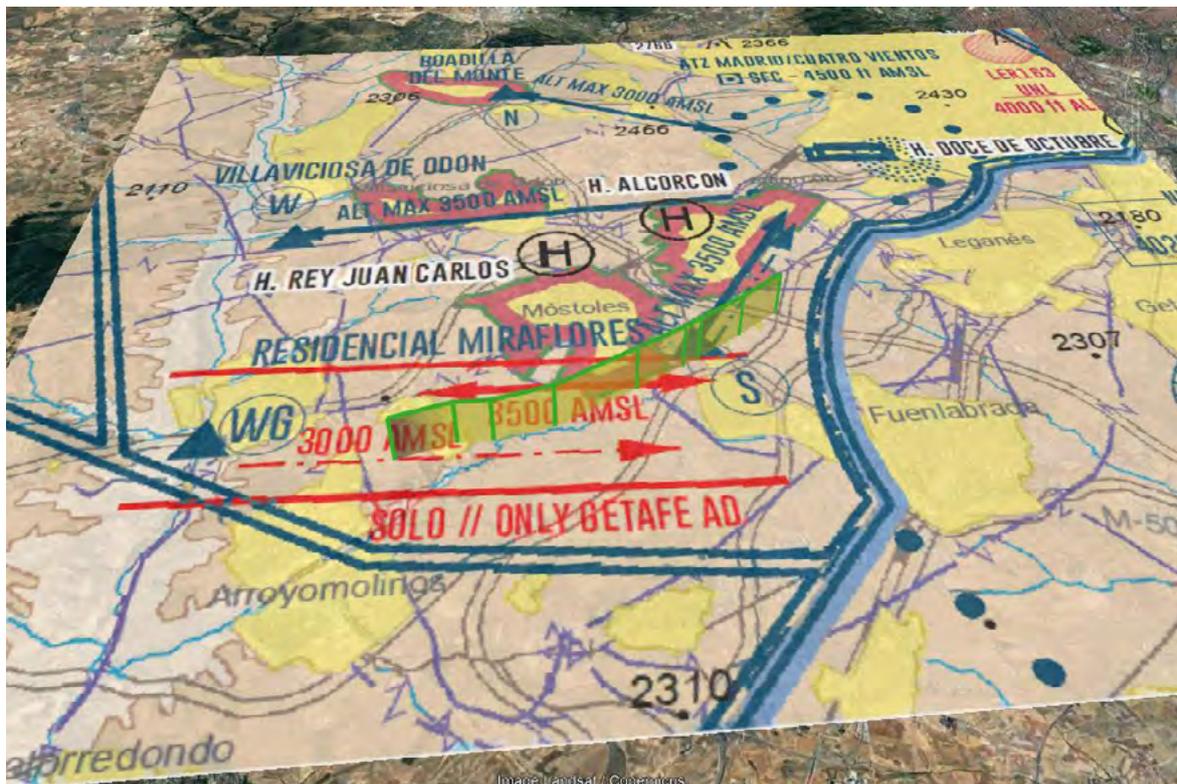


Ilustración 6 Trayectoria seguimiento de flota aeronave EC-GLO

A partir del GPS utilizado en el sistema de seguimiento de flota del operador, se han recogido los siguientes datos:

	Instante UTC	Altitud (ft)	Velocidad (kt)
Aeronave EC-GLO	8:35:41	3011	93
	8:36:04	2982	96
	8:36:16	3004	91
	8:36:39	3044	87
	8:37:16	3067	83
	8:37:40	3018	79
	8:37:49	3018	73
	8:38:16	2959	77
	8:38:41	2959	80

Esta información es consistente con la declaración de la tripulación de la aeronave EC-GLO que manifestó que durante el vuelo de renovación de la habilitación SEP y ya de vuelta al campo, en el momento del incidente se encontraban en vuelo recto y nivelado a 3000 ft directos al punto S de LECU. De igual manera la tripulación de la aeronave EC-GLO declaró que una vez se encontró con el tráfico justo encima, realizaron un descenso y viraje a derechas, notificando nuevamente a este avión la posición.

La siguiente figura muestra los instantes UTC y la posición de la aeronave EC-GLO recogida durante la transmisión de datos del sistema de seguimiento de flota:

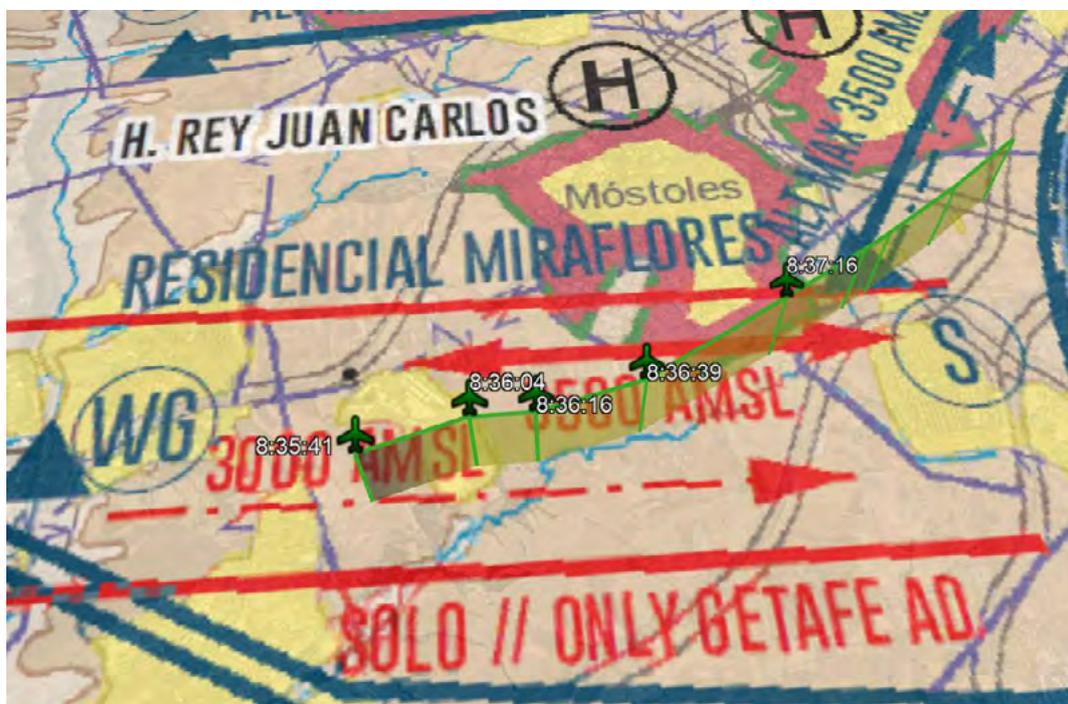


Ilustración 7 Instantes UTC y posición obtenida del sistema de seguimiento de flota aeronave EC-GLO

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

No aplicable.

1.13. Información médica y patológica

No aplicable.

1.14. Incendio

No aplicable.

1.15. Aspectos relativos a la supervivencia

No aplicable.

1.16. Ensayos e investigaciones

1.16.1. Estudio de las trazas radar

En el momento del incidente, ambas aeronaves se encontraban de regreso al aeródromo de Cuatro Vientos (LECU) durante la realización de un vuelo de instrucción bajo reglas de vuelo visual (VFR) en espacio aéreo no controlado clase G.

A partir de la información proporcionada por ENAIRE, ha podido determinarse las posiciones de la aeronave EC-GLO con distintivo de llamada FSM51C y de la aeronave EC-HHX con distintivo de llamada CFF6A.

La información de radar secundario, que proporciona datos de posición, velocidad, nivel de vuelo y velocidad vertical, únicamente es accesible cuando el transpondedor de las aeronaves está activo y asignado al código del plan de vuelo. Es una práctica habitual despegar del aeródromo de Cuatro Vientos con un código de transpondedor que se mantiene activo hasta abandonar por uno de los puntos de salida. A partir de ese momento el transpondedor se mantiene en *standby* hasta su activación con el mismo código de salida unos minutos antes de entrar al espacio aéreo controlado de Cuatro Vientos.

Previamente a la activación del código de transpondedor, es posible determinar únicamente la posición de las aeronaves mediante las trazas de radar primario. Los ecos de radar primario no están correlacionados, es decir, el sistema no tiene capacidad para determinar a qué aeronave corresponde un eco concreto.

A las 08:34:09 UTC, dos aeronaves se aproximan al pasillo situado al sur de LECU.

A las 08:34:35 UTC se observa a una de las aeronaves sobrevolando la vertical del punto WG del pasillo y a la otra aeronave formando un ángulo de 90° a la derecha de la primera. En las siguientes figuras se observa la posición relativa de ambos ecos del radar primario:

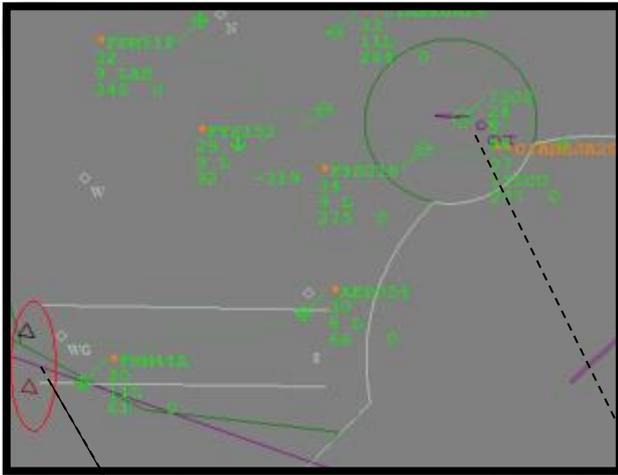


Ilustración 9 Radar primario a las 08:34:09 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO

Ecos primarios en pasillo sur

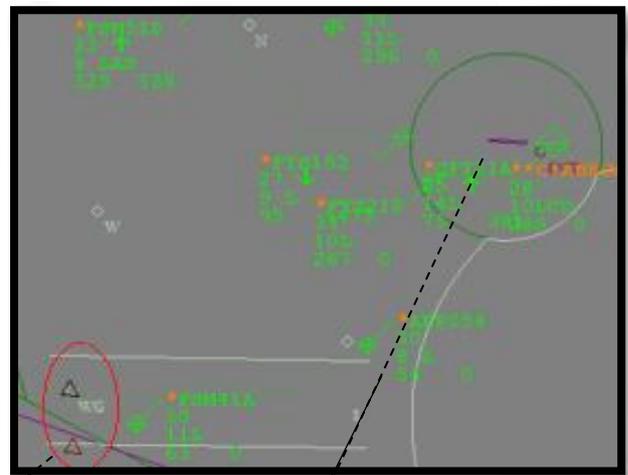


Ilustración 8 Radar primario a las 08:34:35 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO

Aeródromo LECU

A las 08:34:59 UTC, las trazas del radar primario muestran a ambas aeronaves aproximándose en un rumbo convergente, encontrándose ambas dentro del pasillo situado al sur de LECU.

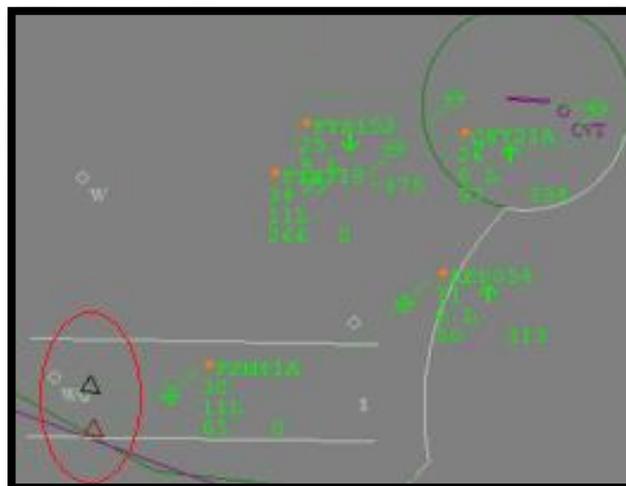


Ilustración 10 Radar primario a las 08:34:59 UTC, en negro la aeronave EC-HHX y en rojo la aeronave EC-GLO

En el caso de la aeronave EC-HHX con distintivo de llamada CFF6A, se dispone de la información de trazas de radar secundario a partir de las 08:35:42 UTC. En el caso de la aeronave EC-GLO con distintivo de llamada FSM51C se dispone de la información de trazas de radar secundario a partir de las 08:37:27 UTC.

En la siguiente figura puede observarse el primer instante (08:35:42 UTC) en el que la aeronave EC-HHX con distintivo de llamada CFF6A aparece en el radar como pista correlada de secundario, encontrándose en el pasillo situado al sur de LECU a 3200 ft y en dirección al punto de notificación Sierra (S) de Cuatro Vientos (LECU).

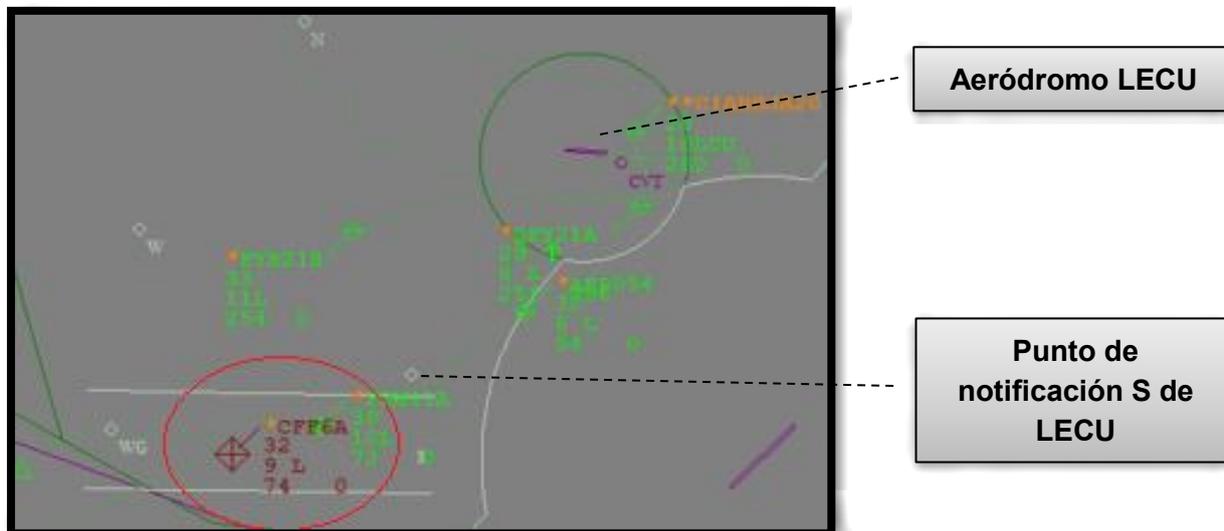


Ilustración 11 Aeronave EC-HHX en radar secundario a las 08:35:42 UTC

En la siguiente figura puede observarse el primer instante (08:37:27 UTC) en el que ambas aeronaves coinciden en el radar como pista correlada de secundario, encontrándose ambas en el pasillo situado al sur de LECU y en las proximidades del punto de notificación Sierra (S) de Cuatro Vientos (LECU).

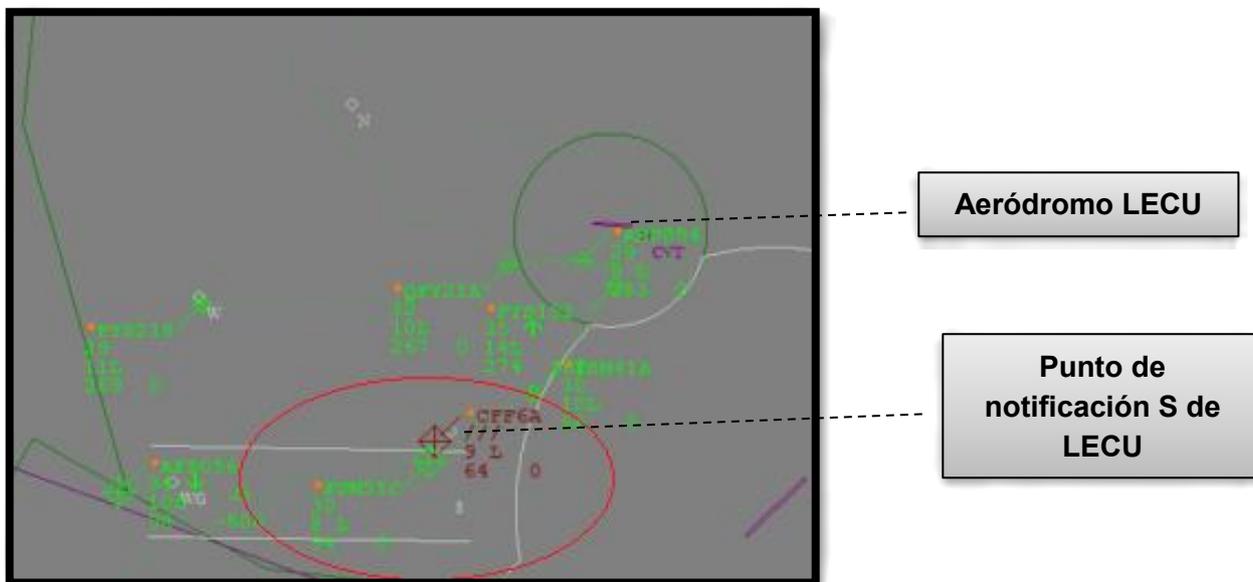


Ilustración 12 Traza de las aeronaves en el radar secundario a las 08:37:27 UTC

Con respecto a la altitud de las aeronaves, el radar secundario proporciona niveles de vuelo de las aeronaves, por lo tanto, únicamente existen datos de altitudes redondeados a cientos de pies.

En el momento inicial en el cual se disponen datos de radar secundario, la altitud correspondiente a la aeronave con matrícula EC-HHX era de 3200 ft, en descenso hacia el punto Sierra de LECU a 3000 ft y la altitud de la aeronave con matrícula EC-GLO era 3000 ft.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Manual de Operaciones Aerofan

En la parte C del *Manual de Operaciones*, en el capítulo de Rutas y Zonas de Enseñanza, se hace referencia al procedimiento de entrada al aeropuerto de Cuatro Vientos de la siguiente manera:

Entradas a 3500 ft, Proceder por derecho y proceder vía Silo

La siguiente imagen muestra el extracto de la parte C del *Manual de Operaciones*:

C.5.3 ÁREAS DE MANIOBRA DE MADRID – CUATRO VIENTOS

Los aviones de la Escuela utilizan, principalmente, la zona situada al Oeste de Navalcarnero para vuelos locales.

Puntualmente podrán operar en otras zonas o aeropuertos, dependiendo de las necesidades logísticas del alumno o de la ATO. En cualquier caso, la base de Aerofan ATO se encuentra situada en el aeropuerto de Madrid-Cuatro Vientos.

Procedimientos de entrada y salida al Aeropuerto de Cuatro Vientos, según AIP:

<u>Sectores1y2</u>	<u>Sectores3y4</u>
Salidas: 3.000'	Salidas
: 3.000'	Entradas: 3.500'
as: 3.500' Proceder por derecho	Entrad
der vía "Silo"	Proce

Antes de entrar en los sectores preguntar información de tráfico a la torre y mantener escucha.

Ilustración 13 Extracto parte C *Manual Operaciones Aerofan*

1.17.2. Acciones correctivas de seguridad en vuelo del operador Flyschool

Con motivo de la cantidad creciente y abultada de pérdidas de separación que se están reportando en los últimos tiempos en los alrededores de Cuatro Vientos, Flyschool celebró una reunión el día 1 de agosto de 2019 convocada por el responsable de seguridad en vuelo del operador.

El análisis del operador establece que las razones que explican el número elevado de pérdidas de separación son las siguientes:

- Saturación del espacio aéreo alrededor de Cuatro Vientos debido a la gran cantidad de vuelos de instrucción
- Tripulaciones inexpertas en los vuelos de instrucción
- Conciencia situacional muy reducida de las tripulaciones

Como medidas mitigadoras, Flyschool acordó lo siguiente:

- Aumentar las clases teóricas a nuevos alumnos y celebrar seminarios de refresco sobre seguridad operacional
- Reemplazar las luces exteriores de las aeronaves por luces LED, más brillantes, para aumentar la visibilidad
- Implementación a la mayor brevedad de la asignatura KSA (*Knowledge, Skills, Attitude*) en la formación teórica de todos los alumnos

1.18. Información adicional

1.18.1. Estudio del vuelo anterior al incidente de la aeronave EC-HHX

El vuelo inmediatamente anterior al incidente, realizado por el instructor a bordo la aeronave EC-HHX, se llevó a cabo el día 10 de julio de 2019, con identificativo de llamada CFF6C. Se ha podido recuperar las trazas de radar secundario del vuelo en su aproximación al punto de notificación Sierra de LECU.

En la figura siguiente se observa a la aeronave con identificativo de llamada CFF6C aproximándose al pasillo situado al sur de LECU a 3700 ft, el día 10 de julio de 2019. En la siguiente figura se refleja la posición de la aeronave junto con los límites inferiores de los sectores del TMA de Madrid.

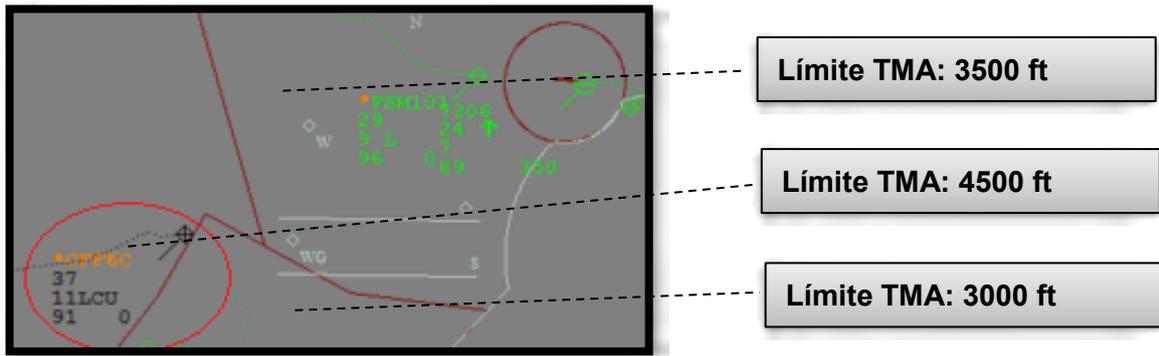


Ilustración 14 Aproximación al pasillo situado al sur de LECU de la aeronave EC-HHX en el día 10 Julio de 2019

Unos segundos más tarde, se observa a la aeronave con identificador de llamada CFF6C a 3500 ft, en descenso e invadiendo el límite del TMA (3000 ft), tal y como muestra la siguiente imagen.

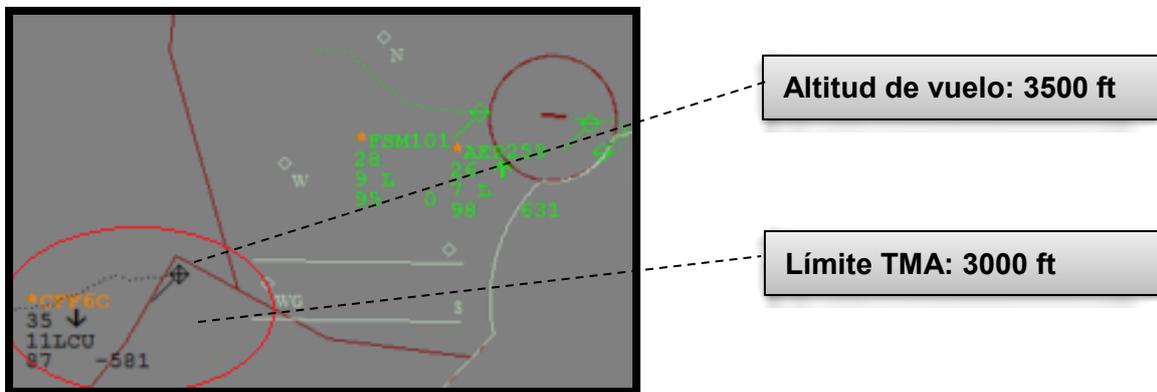


Ilustración 15 Invasión del TMA en aproximación al pasillo sur LECU de la aeronave EC-HHX el día 10 de Julio de 2019

Unos segundos más tarde, se observa a la aeronave con identificador de llamada CFF6C entrando en el pasillo situado al sur de LECU por el punto WG a una altitud de 3300 ft en descenso. Una vez establecida en el pasillo, y a mitad de camino en dirección al punto Sierra de Notificación de LECU, la aeronave con identificador de llamada CFF6C mantiene una altitud de 3200 ft, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:



Ilustración 16 Aeronave en el pasillo al sur de LECU el día 10 de Julio de 2019

Ya en las cercanías del punto Sierra de Notificación, la aeronave con identificativo de llamada CFF6C mantiene una altitud de 3000 ft.



Ilustración 17 Aeronave EC-HHX en el punto S de LECU el día 10 de Julio de 2019

1.18.2. Información sobre procedimientos del Reglamento del aire

El reglamento de Ejecución (UE) n° 923/2012 de la Comisión, de 26 de septiembre de 2012, establece el reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea.

En la sección 3 de dicho Reglamento (Normas generales y anticollisión), capítulo 2 (Prevención de Colisiones), se establecen las siguientes disposiciones:

SERA.3201 Generalidades

Ninguna de las disposiciones del presente Reglamento eximirá al piloto al mando de una aeronave de la responsabilidad de proceder en la forma más eficaz para evitar una colisión, lo que incluye llevar a cabo las maniobras anticollisión necesarias basándose en los avisos de resolución proporcionados por el equipo ACAS.

SERA.3210 Derecho de paso

- a) La aeronave que tenga el derecho de paso mantendrá su rumbo y velocidad.
- b) Toda aeronave que se dé cuenta de que la maniobrabilidad de otra aeronave está alterada le dará paso.
- c) La aeronave que por las reglas siguientes esté obligada a mantenerse fuera de la trayectoria de otra, evitará pasar por encima, por debajo o por delante de ella, a menos que lo haga a suficiente distancia y que tenga en cuenta el efecto de la estela turbulenta de la aeronave.

- 1. Aproximación de frente.** Cuando dos aeronaves se aproximen de frente, o casi de frente, y haya peligro de colisión, ambas aeronaves alterarán su rumbo hacia la derecha.
- 2. Convergencia.** Cuando dos aeronaves converjan a un nivel aproximadamente igual, la que tenga a la otra a su derecha cederá el paso, con las siguientes excepciones:
 - i)** los aerodinos propulsados mecánicamente cederán el paso a los dirigibles, planeadores y globos,
 - ii)** los dirigibles cederán el paso a los planeadores y globos,
 - iii)** los planeadores cederán el paso a los globos,
 - iv)** las aeronaves propulsadas mecánicamente cederán el paso a las que vayan remolcando a otras o a algún objeto.
- 3. Alcance.** Se denomina «aeronave que alcanza» la que se aproxima a otra por detrás, siguiendo una línea que forme un ángulo menor de 70° con el plano de simetría de la que va delante, es decir, que está en tal posición con respecto a la otra aeronave que, de noche, no podría ver ninguna de sus luces de navegación a la izquierda (babor) o a la derecha (estribor). Toda aeronave que sea alcanzada por otra tendrá el derecho de paso, y la aeronave que la alcance, ya sea ascendiendo, descendiendo o en vuelo horizontal, se mantendrá fuera de la trayectoria de la primera, cambiando su rumbo hacia la derecha y ningún cambio subsiguiente en la posición relativa de ambas aeronaves eximirá de esta obligación a la aeronave que esté alcanzando a la otra, hasta que la haya pasado y dejado atrás por completo.

1.18.3. Información sobre limitaciones visuales

El ojo humano tiene limitaciones para aceptar los rayos de luz a través de un arco de aproximadamente unos 190° . El movimiento se puede detectar en la visión periférica, sin embargo, el cerebro es incapaz de identificar cuál es el objeto. Una vez detectado el movimiento, los ojos se pueden mover hacia el objetivo para permitir que el área central se centre en dicho objeto.

Si hay poco o ningún movimiento relativo, como dos aeronaves que vuelan en la misma dirección o dos aeronaves que mantienen rumbos constantes relativos entre sí, dificulta a los ojos la detección del movimiento a través del campo visual. Cuando una aeronave vira y cambia de dirección en relación con otra, aumenta la probabilidad de su detección, ya que la aeronave se está moviendo a través del campo visual del observador.

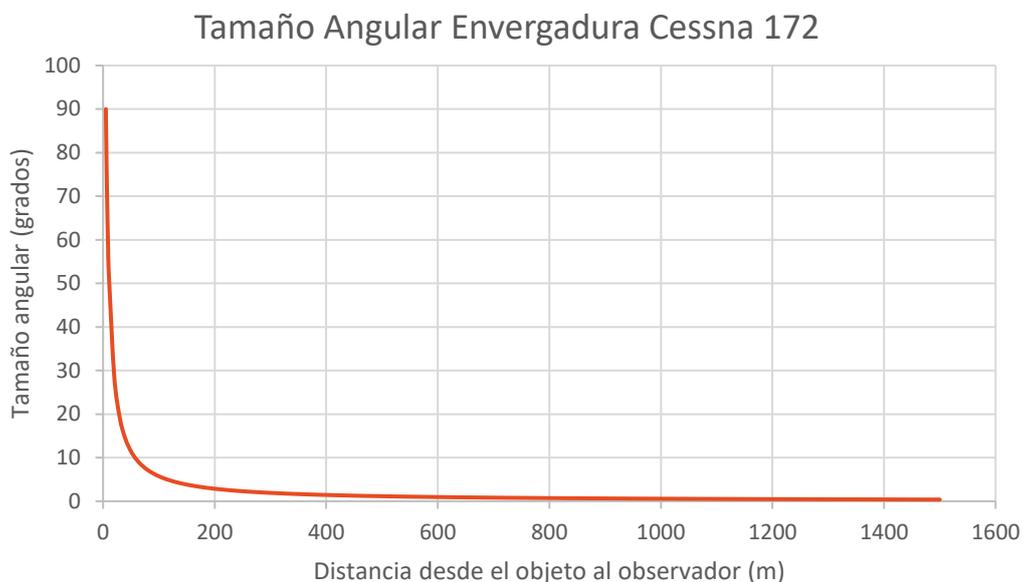
El sistema visual humano es particularmente bueno para detectar objetivos que se mueven a través del campo visual, pero es menos efectivo para detectar objetivos estacionarios. Una aeronave que está en rumbo de colisión con otra, generalmente permanecerá como un objeto estacionario en el campo visual del piloto. El resultado es que el objetivo permanece en la misma posición, creciendo únicamente en tamaño a medida que disminuye la distancia entre las aeronaves.

Tamaño angular de objetivos en aproximación

Cuando se visualiza un objetivo, la anchura de dicho objeto se puede medir en unidades angulares para describir su tamaño. Cuando un objeto está alejado del observador, tendrá un tamaño angular pequeño en comparación con la visualización del mismo objeto a una distancia más cercana.

En el informe de investigación AO-2008-081² emitido por la ATSB, en relación a una colisión en vuelo, se realiza un estudio relativo al tamaño angular de un objeto de 10m (similar a la envergadura de una aeronave tipo Cessna 172) en función de la distancia al observador. Los diferentes tamaños angulares de un objeto de 10 metros en diferentes distancias desde un punto de vista específico se representan en la siguiente figura.

En el eje horizontal se presenta la distancia entre los objetos, y el tamaño angular de la envergadura de aproximadamente 10m de la Cessna 172 en el eje vertical.



Visibilidad exterior en aeronaves de ala alta

La configuración de una aeronave y su cabina puede imponer limitaciones a la visión disponible para el piloto. Las aeronaves Cessna modelo 172N y 172RG involucradas en este incidente corresponden a aviones de ala alta.

La visibilidad en cabina es generalmente buena, excepto en la parte superior donde la vista es bloqueada por las alas. Esta obstrucción es particularmente importante en virajes puesto que la visibilidad de la zona hacia la cual se vira es escasa debido a la obstrucción del plano de dicho lado.

² ATSB Transport safety report AO-2008-081 "Aviation Occurrence Investigation"

Las limitaciones pueden dar lugar a puntos ciegos o limitar la visión desde cabina, en particular en aeronaves de ala alta se dificulta la visión de aeronaves volando a una altitud más elevada.

1.18.4. Principio de Ver y Evitar

La evasión de colisiones en el espacio aéreo de clase G se basan en el principio de ver y evitar. Para ver y luego evitar a otra aeronave, se requiere la realización de una serie de tareas:

La componente Ver comprende:

- Búsqueda: El piloto mira en el exterior de la aeronave y busca a otras aeronaves en el campo visual disponible. Esta búsqueda puede o no ser en respuesta a la información recibida por otro tráfico sobre su posición.

Para realizar una búsqueda efectiva es necesario una técnica de escaneo visual efectiva. En particular, durante ascensos y descensos se recomienda prestar especial atención con los puntos ciegos de la aeronave y realizar ligeras maniobras para poder comprobar todos los puntos. Adicionalmente, la escucha de radio ayuda a formar una imagen mental de la situación del tráfico y las posiciones de las aeronaves cercanas, facilitando la búsqueda de aeronaves.

- Detección: El piloto debe detectar posibles aeronaves u objetos conflictivos
- Identificación: Si se detecta un objeto, se examina para determinar si es una aeronave u otra amenaza potencial de colisión.

La componente Evitar comprende:

- Evaluación de amenazas: Si un objeto se identifica como una aeronave, su altitud y velocidad debe evaluarse para determinar si se trata o no de una amenaza de colisión.
- Desarrollo de un plan de evasión: Si la aeronave es evaluada como una amenaza de colisión, se debe tomar una decisión sobre la respuesta más apropiada.
- Respuesta de evitación: El piloto debe iniciar los movimientos de control necesarios para tomar medidas evasivas. Existirá un período de tiempo requerido por la aeronave en responder a la reacción del piloto y alejarse de la ruta de colisión.

Para cada uno de estos seis pasos, existen muchos factores que pueden limitar la eficacia del piloto. En la Circular 90-48D³ publicada por la FAA, basándose en estudios, establece que el tiempo medio de una persona para identificar y reaccionar, y por tanto para completar todos los pasos anteriores, es de 12,5 segundos.

³ FAA Advisory Circular 90-48D, "Pilots' Role in Collision Avoidance", issued for the purpose of alerting all pilots to the potential hazards of midair collisions and near midair collisions.

La siguiente tabla muestra la contribución temporal media de cada acción, según los estudios llevados a cabo en la Circular publicada por la FAA.

Evento	Tiempo (s)
Ver objeto	0,1
Reconocer aeronave	1,0
Tomar conciencia del curso de la colisión	5,0
Decisión de Maniobra evasiva	4,0
Reacción muscular	0,4
Tiempo de reacción de aeronave	2,0
Total	12,5

1.18.5. Información sobre frecuencias en otros espacios aéreos clase G

Procedimientos VFR en el TMA de Barcelona

En la sección ENR- en ruta del AIP, se encuentra información relativa a procedimientos VFR en el TMA de Barcelona. Se hace referencia explícita a mantener escucha opcional en la frecuencia del sector adecuado para espacios aéreos de clase G, tal y como se muestra en el siguiente extracto:

PROCEDIMIENTOS RADIOTELEFÓNICOS		RADIOTELEPHONY PROCEDURES			
Idioma: ES/EN		Language: ES/EN			
	Barcelona/Josep Tarradellas Barcelona-El Prat	Girona	Lleida/Alguaire (*)	Reus (*)	Sabadell
APP	119.105 C	120.900 MHz	127.700 MHz	128.875 MHz	-
TWR	118.105 C	118.500 MHz	121.325 MHz (**)	128.875 MHz	120.800 MHz
Emergencia // Emergency	121.500 MHz 243.000 MHz				

(*) Operación de TWR en horario limitado // TWR operation during limited hours.

(**) Fuera del horario de operación de la TWR esta frecuencia se utilizará para comunicaciones entre pilotos considerándose frecuencia NO ATS. (Ver Reglamentación local de LEDA) // Outside TWR operational hours, this frequency will be used for communications between pilots, and is not considered an AIS frequency. (See LEDA Local regulations).

- | | |
|--|---|
| <p>1.- En espacio aéreo Clase D: Llamar en la frecuencia del sector correspondiente sólo para pedir autorización de entrada. Sólo será autorizado cuando las condiciones del tráfico IFR lo permitan.</p> <p>2.- En espacio aéreo Clase E, y en Clase G de manera opcional: Mantener escucha en la frecuencia del sector adecuado. No llamar salvo en caso necesario.</p> <p>3.- Ver los procedimientos específicos de cada aeropuerto en la parte correspondiente de la sección AD-2 de AIP-ESPAÑA.</p> <p>4.- A Barcelona TWR: Llamar solo las aeronaves que tengan autorización para operar en el Área 2.</p> | <p>1.- Within airspace Class D: Call on the corresponding sector frequency only to request entry authorization. Authorization will only be granted if IFR traffic conditions permit so.</p> <p>2.- Within airspace Class E, and in Class G optionally: Keep monitoring the appropriate sector frequency. Do not call except when necessary.</p> <p>3.- See specific procedures of every airport in the corresponding part of AIP-ESPAÑA AD-2 section.</p> <p>4.- Only aircraft with authorization to operate within Area 2 are allowed to call Barcelona TWR.</p> |
|--|---|

Ilustración 18 Procedimiento VFR en TMA Barcelona

De igual manera, en el mapa de circulación VFR publicado en el AIP, para cada sector se establece una frecuencia de monitoreo en espacio aéreo clase G. A título ilustrativo, la siguiente imagen muestra un ejemplo del sector sureste del TMA de Barcelona

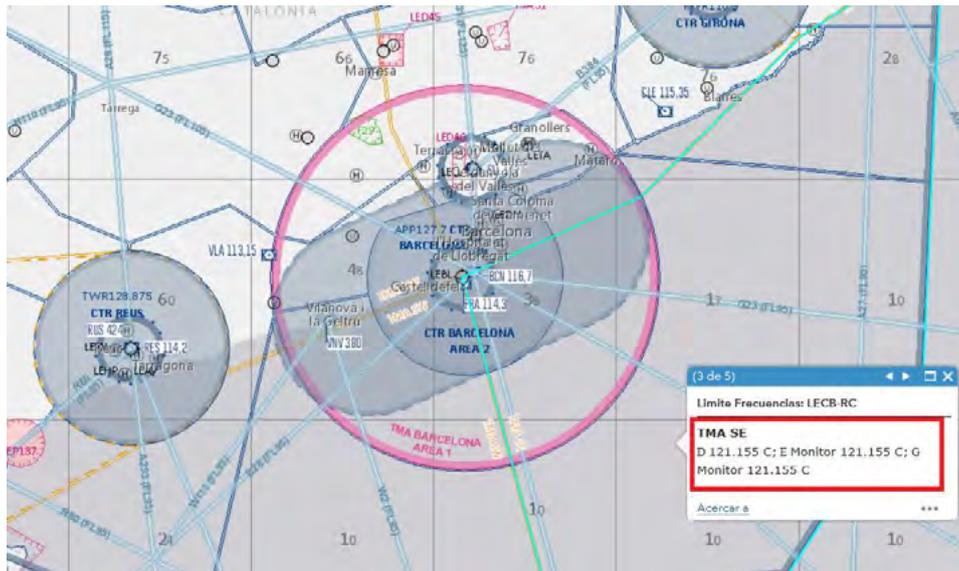


Ilustración 19 Mapa de circulación VFR en TMA de Barcelona

Procedimientos VFR en el TMA de Madrid

En la sección ENR- en ruta del AIP, también se encuentra información relativa a procedimientos VFR en el TMA de Madrid. Sin embargo, en este caso, no se hace referencia a mantener escucha opcional en espacios aéreos clase G ni tampoco se publican frecuencias de monitoreo en el mapa de circulación VFR.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el área del aeródromo de Cuatro Vientos, en el entorno horario en el que se produjo el suceso (08:30 UTC), fueron unas condiciones aptas para el vuelo visual, confirmando los datos de teledetección que no había apenas nubosidad en la zona.

Considerando estos datos, no había ningún fenómeno meteorológico que pudiera contribuir al incidente.

2.2. Análisis de trayectorias

Ha sido posible reconstruir la trayectoria de ambas aeronaves utilizando las trazas de radar secundario de la aeronave con matrícula EC-HHX y los datos de seguimiento flota de la aeronave con matrícula EC-GLO.

De esta manera, superponiendo ambas trayectorias junto con los instantes de paso de cada aeronave por cada punto, es posible establecer las posiciones relativas de ambas aeronaves en el momento del incidente.

2.2.1. Análisis de trayectoria de la aeronave EC-HHX

Los datos disponibles de la trayectoria de la aeronave con matrícula EC-HHX, provienen de las trazas de radar secundario.

El radar secundario proporciona información relativa a las coordenadas de longitud, latitud y altitud. Este último dato expresado únicamente con una precisión de cientos de pies, por lo que es necesario precisar más la altitud de la aeronave haciendo uso de aproximaciones matemáticas.

Los datos de altitud conocidos para la aeronave EC-HHX se recogen en la siguiente tabla:

Tiempo UTC	Altitud (ft)
08:35:42	3200
08:35:47	3200
08:35:52	3200
08:35:57	3200
08:36:02	3200
08:36:07	3100
08:36:12	3100
08:36:17	3100
08:36:22	3000
08:36:27	3000

La altitud extraída del sistema de datos de ENAIRE, presenta la información con las siguientes aproximaciones, donde el símbolo “(“significa excluido y el símbolo “)” significa incluido:

Altitud (ft)	Intervalo altitud (ft)
3200	[3150 – 3250)
3100	[3050 – 3150)
3000	[2950 – 3050)

Tomando como referencia (t=0) el tiempo correspondiente a 08:35:42 UTC, los datos de altitud se distribuyen de la siguiente manera en el tiempo:

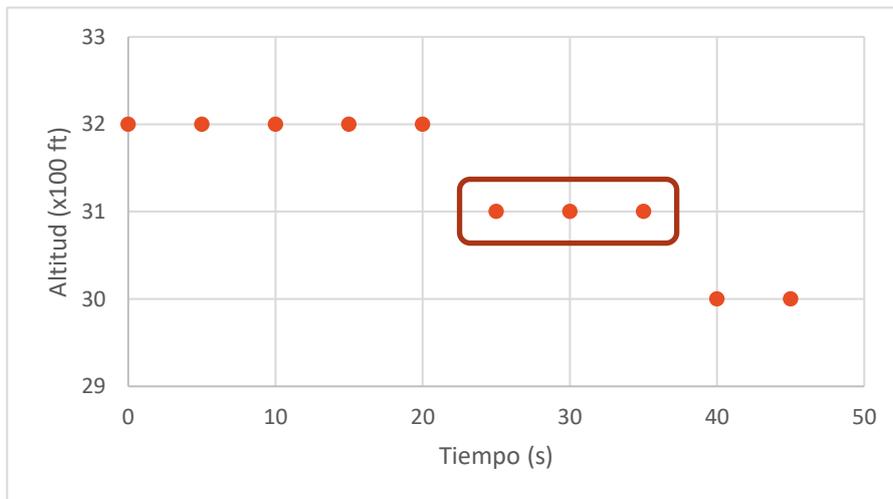


Ilustración 20 Altitud en cientos de ft de la aeronave EC-HHX

Teniendo en cuenta el intervalo de altitud de 3100 ft señalado en la figura anterior, se desprende que la aeronave descendió 100 ft en 10 segundos. Por lo tanto, es posible determinar una velocidad de descenso media de 600 ft/min en dicho intervalo.

Se puede establecer la hipótesis de que en t=35 (08:36:17 UTC) la aeronave se encontraba en el punto inferior del intervalo correspondiente a 3100 ft, es decir, a una altitud de 3050 ft. Por lo tanto, la aproximación de altitud toma la siguiente forma en el intervalo correspondiente a 3100 ft:

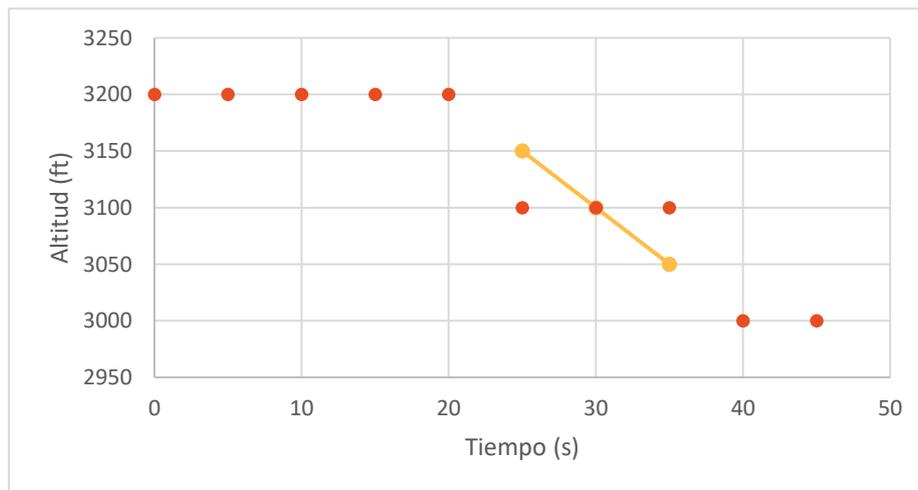


Ilustración 21 Aproximación de altitud en el intervalo de 3100 ft

Extrapolando esta velocidad de descenso (600 ft/min) al intervalo de 3200 ft, la aproximación de altitud queda de la siguiente manera:

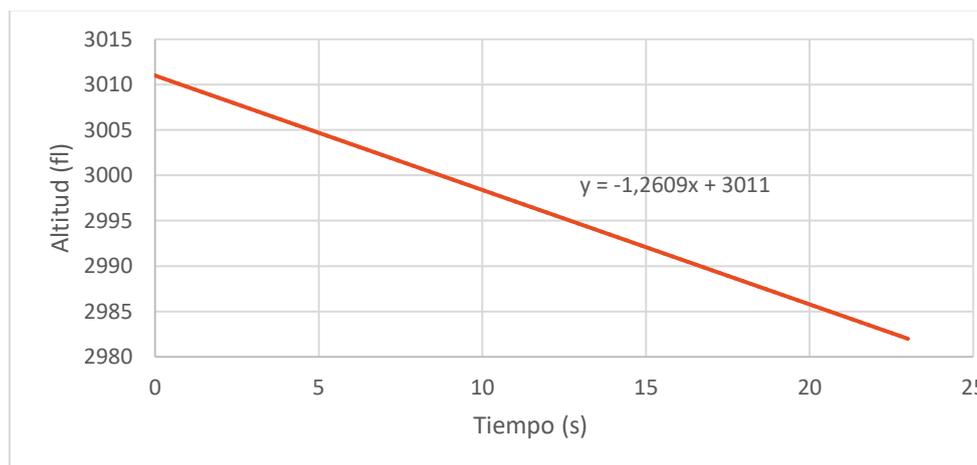


Ilustración 22 Aproximación altitud

2.2.2. Análisis de trayectoria de la aeronave EC-GLO

Los datos disponibles de la trayectoria de la aeronave con matrícula EC-GLO, provienen del sistema de seguimiento de flota.

Los datos más próximos disponibles del momento exacto del incidente son los siguientes:

Tiempo UTC	Altitud (ft)
08:35:41	3011
08:36:04	2982

En este intervalo de tiempo, la otra aeronave involucrada, con matrícula EC-HHX, dispone de trazas radar secundario en los instantes UTC 08:35:42, 08:35:47, 08:35:52, 08:35:57 y 08:36:04.

Para poder establecer una comparación entre ambas aeronaves, es necesario corregir linealmente la altitud proporcionada por el sistema de seguimiento de flota de manera que se pueda aproximar la altitud de la aeronave EC-GLO en los instantes intermedios en los que no se disponen de datos.

La siguiente figura muestra para $t=0$ segundos la altitud en el instante 08:35:41 UTC y, por lo tanto, 23 segundos más tarde, la altitud en el instante 08:36:04 UTC, de tal modo que partiendo de estos dos puntos conocidos se establece una aproximación lineal para determinar la altitud para cualquier instante intermedio

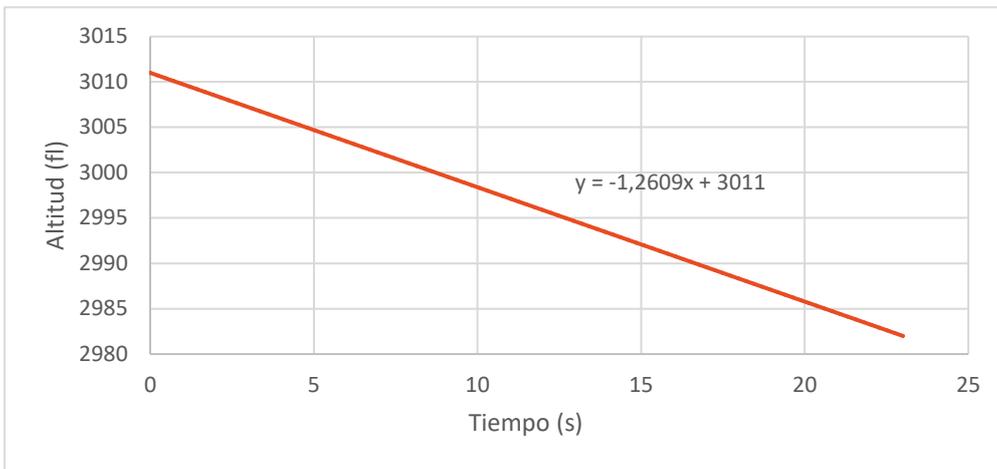


Ilustración 23 Aproximación lineal altitud aeronave EC-GLO

A partir de esta gráfica, es posible estimar las altitudes de paso en los instantes siguientes:

Tiempo UTC	Altitud (ft)
08:35:41	3011
08:35:42	3010
08:35:47	3003
08:35:52	2997
08:35:57	2991
08:36:04	2982

De estos datos, se desprende que la aeronave EC-GLO mantuvo una altitud entre 2982 ft y 3011 ft durante todo el período de tiempo, lo cual es coherente con la declaración de la tripulación que comunicó que se encontraba en todo momento en vuelo nivelado a 3000 ft en el pasillo situado al sur de LECU.

2.2.3. Análisis de las trayectorias conjuntas

A las 08:34:35 UTC, estando la aeronave con matrícula EC-HHX sobre la vertical del punto WG y la aeronave con matrícula EC-GLO entre las 2 y las 3 de su posición, se produce la primera comunicación radio entre las aeronaves.

En la siguiente figura se observa la posición relativa de ambos ecos del radar primario, comprobándose que efectivamente la aeronave EC-GLO se encontraba entre las 2 y las 3 de la posición de la aeronave EC-HHX, tal y como fue declarado por las tripulaciones. Adicionalmente se representa en la figura el sentido de vuelo de ambas aeronaves.

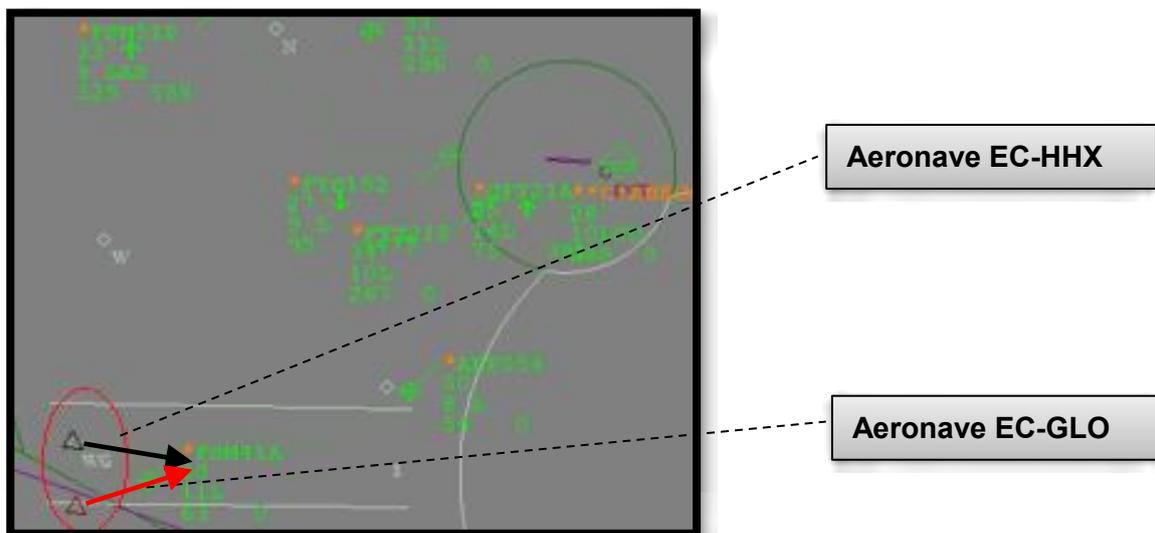


Ilustración 24 Posición de las aeronaves a las 08:34:35 UTC

La siguiente figura muestra la posición de las aeronaves a las 08:35:47 UTC, ambas en el pasillo situado al sur de LECU en dirección al Punto de Notificación Sierra, habiendo transcurrido un minuto y doce segundos desde la primera comunicación radio.

En azul se representa a la aeronave con matrícula EC-HHX, utilizando el posicionamiento del radar secundario. Por el contrario, para la aeronave con matrícula EC-GLO, representada en color rojo, únicamente se dispone de coordenadas en los instantes 08:35:41 UTC y 08:36:04 UTC correspondientes a su sistema de seguimiento de flota, por lo que su posición en los instantes intermedios corresponde a una aproximación lineal entre los dos puntos conocidos, suponiendo una velocidad constante en dicho tramo (resultante de dividir el espacio recorrido en el tiempo conocido).



Ilustración 25 Posición aeronaves a las 08:35:47 UTC

La siguiente figura muestra la posición de las aeronaves a las 08:35:52 UTC. Representando en color azul la aeronave con matrícula EC-HHX y en color rojo la aeronave con matrícula EC-GLO.



Ilustración 26 Posición aeronaves a las 08:35:52 UTC

La siguiente figura muestra la posición de las aeronaves a las 08:35:57 UTC. Representando en color azul la aeronave con matrícula EC-HHX y en color rojo la aeronave con matrícula EC-GLO.



Ilustración 27 Posición aeronaves a las 08:35:57 UTC

Como se observa en la secuencia de imágenes, corresponde al instante 08:35:47 UTC la mínima separación horizontal de las aeronaves. En este instante, de los epígrafes anteriores se desprende que la aeronave EC-HHX volaba a una altitud de 3250 ft y que la aeronave EC-GLO volaba a una altitud de 3003 ft.

2.2.4. Análisis del instante de mínima separación entre las aeronaves

Según se describe en el epígrafe anterior, la mínima separación entre las aeronaves se produce a las 08:35:47 UTC. En dicho instante ambas aeronaves se encontraban localizadas muy próximas a la vertical de la depuradora de aguas residuales del municipio de Móstoles. Las imágenes siguientes muestran la reconstrucción en dicho instante.

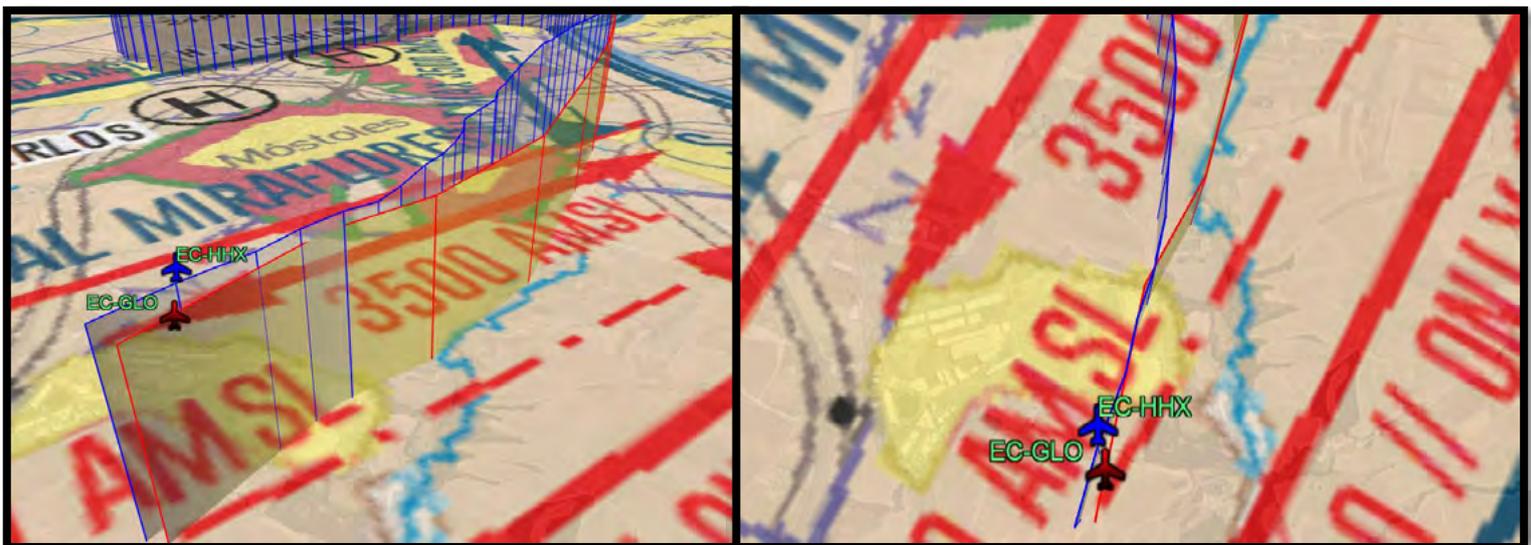


Ilustración 28 Reconstrucción de trayectorias en perfil y planta a las 08:35:47 UTC

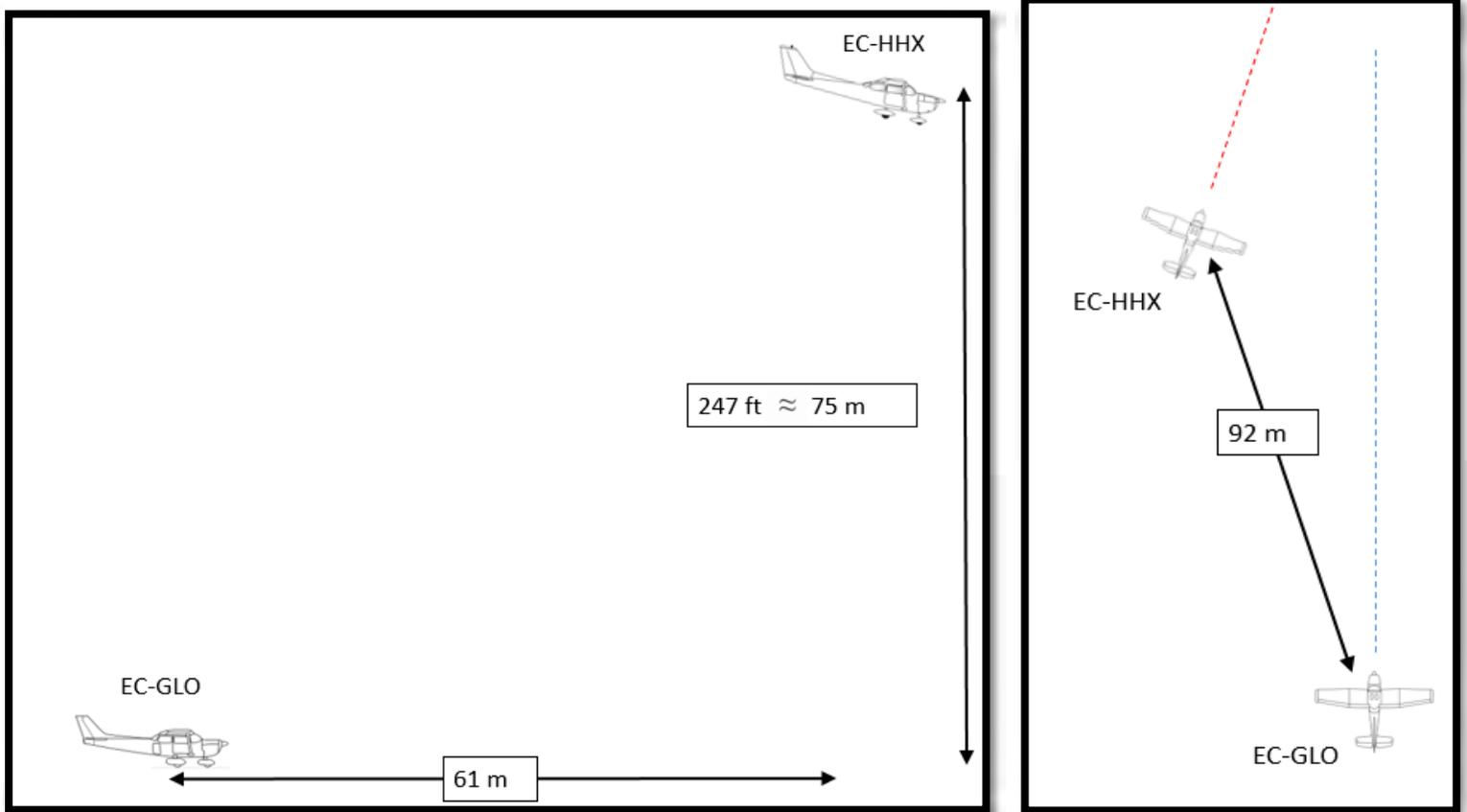


Ilustración 29 Reconstrucción de separación vertical y horizontal a las 08:35:47 UTC, instante de la mínima separación entre aeronaves

De la reconstrucción se desprende que la mínima distancia entre las aeronaves en el plano vertical fue de aproximadamente 247 ft y la distancia en el plano horizontal fue de aproximadamente 92 m.

Desde las 08:34:35 UTC (instante de la primera comunicación por radio) en la que la aeronave con matrícula EC-GLO se encontraba entre las 2 y las 3 de la posición de la aeronave con matrícula EC-HHX, hasta las 08:35:47 UTC (instante de la mínima separación entre aeronaves representada en la figura anterior), transcurrieron un minuto y doce segundos.

2.3. Análisis de la operación

El reglamento de ejecución 963/2012 de la Comisión Europea por el que se establece el reglamento del aire establece en su sección 3 *Normas generales y anticolisión*, en el capítulo 2 *Prevención de Colisiones* (SERA 3210), que cuando dos aeronaves converjan a un nivel aproximadamente igual, la aeronave que tiene a la otra a su derecha debe ceder el paso. En este caso, la aeronave que tenga el derecho de paso mantendrá su rumbo y velocidad.

Según se desprende de las declaraciones de ambas tripulaciones, la aeronave con matrícula EC-GLO se encontraba a la derecha de la aeronave con matrícula EC-HHX, tal y como se muestra en la imagen:

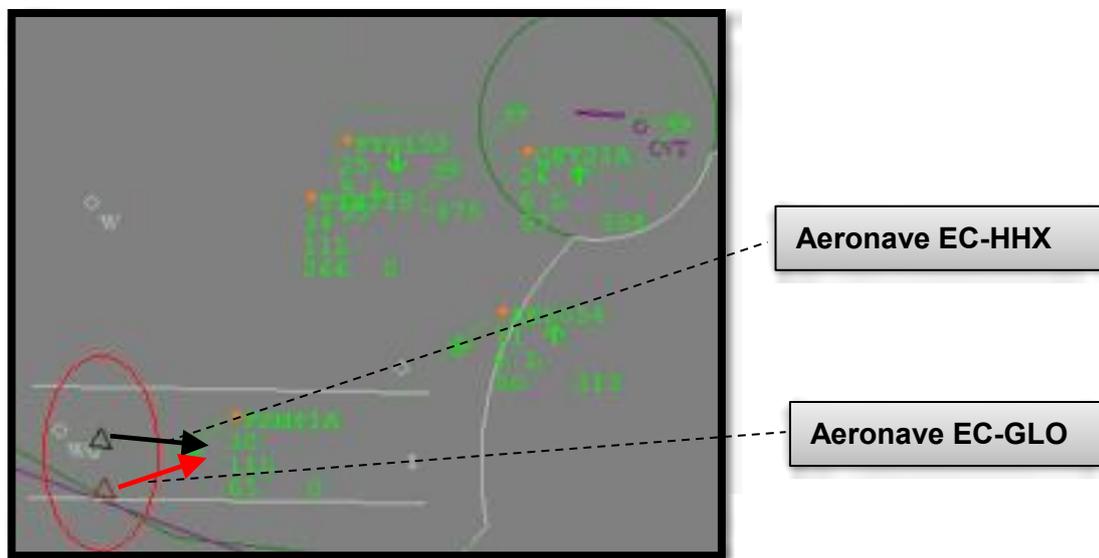
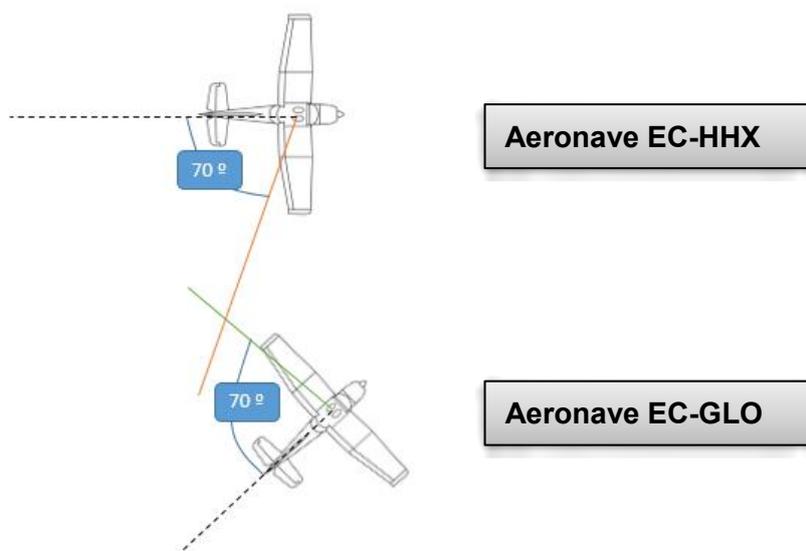


Ilustración 30 Posición relativa de las aeronaves

Únicamente es posible considerar que una aeronave alcanza a otra si se aproxima formando un ángulo menor de 70° con el plano de simetría de la aeronave, tal y como se establece en la disposición SERA.3210 c).3 del Reglamento del Aire. No se puede considerar, en este caso, que la aeronave con matrícula EC-HHX alcanzara a la aeronave con matrícula EC-GLO puesto que formaba un ángulo de aproximadamente 90° con el plano de simetría de la aeronave, tal y como se explica en la siguiente figura:



Por lo tanto, la aeronave Cessna 172RG con matrícula EC-HHX debió ceder el paso a la aeronave Cessna 172N con matrícula EC-GLO, tal y como se establece en las disposiciones del Reglamento del Aire SERA.3210 c).2 (*Derecho de Paso-Convergencia*). De este modo, la aeronave con matrícula EC-HHX debió mantenerse fuera de la trayectoria de la otra aeronave y evitar pasar por encima. Sin embargo, la tripulación de la aeronave con matrícula EC-HHX mantuvo su trayectoria convergente con la otra aeronave y, en descenso, pasó por encima de la aeronave con matrícula EC-GLO. Según declaró la tripulación de la aeronave con matrícula EC-HHX, no tuvo en ningún momento contacto visual con la otra aeronave.

Ambas aeronaves mantuvieron rumbos constantes relativos entre sí, lo cual dificulta al sistema visual humano la detección de un objeto. Una aeronave que está en rumbo de colisión con otra permanece como un objeto estacionario en el campo visual del piloto. Tal y como se muestra en el apartado 1.18.3 de este informe "Información sobre limitaciones visuales", el tamaño angular permanece relativamente pequeño hasta que la distancia horizontal entre el objeto y el observador es menor de 200 m, haciendo a la aeronave Cessna 172 prácticamente inapreciable al ojo humano. A partir de esa distancia, el aumento del tamaño angular de la Cessna 172 aumenta exponencialmente. Este hecho, junto con que ambas aeronaves volaban a altitudes diferentes, lo cual dificulta la visibilidad en aeronaves de ala alta, hicieron la detección aún más compleja.

La tripulación de la aeronave Cessna 172N con matrícula EC-GLO estableció contacto visual en un primer momento con la aeronave Cessna 172RG con matrícula EC-HHX. Este contacto visual fue reportado por comunicación radio a la otra aeronave. Este hecho fue confirmado en las declaraciones de la tripulación. De esta manera, la tripulación de la aeronave EC-GLO tuvo que considerar si la presencia de la otra aeronave con matrícula EC-HHX presentaba una amenaza potencial de colisión, a pesar de tener la prioridad de paso según las disposiciones del SERA 3210.

El hecho de que la aeronave EC-GLO mantuviera el mismo nivel de vuelo y la velocidad constante es una indicación de que la tripulación no percibió como una amenaza la presencia de la otra aeronave. De igual manera, la tripulación de la aeronave EC-GLO no reportó por radio la pérdida de contacto visual con la otra aeronave de matrícula EC-HHX, lo cual reafirma que no percibieron como amenaza la presencia de la otra aeronave. La tripulación de la aeronave EC-GLO no tomó ninguna acción para evitar una posible colisión. De este modo, la tripulación de la aeronave EC-GLO no respetó la disposición SERA.3201 del Reglamento del Aire que establece que "ninguna de las disposiciones del presente Reglamento eximirá al piloto al mando de una aeronave de la responsabilidad de proceder en la forma más eficaz para evitar una colisión".

La tripulación de la aeronave EC-HHX, a pesar de no establecer contacto visual, fue informada por radio, mediante la frecuencia aire-aire 131,975 Mhz, de la posición e intención de proceder al punto Sierra de la aeronave EC-GLO, tal y como fue reflejado en las declaraciones de los tripulantes. A pesar de que la tripulación de la aeronave EC-HHX comenzó una búsqueda de la otra aeronave en su campo visual, no pudieron establecer contacto visual en ningún momento. Esta situación no fue percibida como una amenaza, pues continuó el descenso desde 3500 ft a 3000 ft sin modificar la trayectoria y sin ceder el paso a la otra aeronave.

El resultado fue una amenaza de colisión no resuelta puesto que ambas aeronaves mantuvieron sus trayectorias, sin tomar ninguna acción para evitar el conflicto, y siguieron dirigiéndose hacia el punto de notificación Sierra de LECU.

A las 08:34:35 UTC la aeronave EC-HHX sobrevuela el centro comercial "Xanadú" que coincide con el punto WG, reportando, según la declaración de la tripulación, una altitud de 3500 ft en descenso a 3000 ft. La siguiente imagen muestra las posiciones relativas de ambas aeronaves en el momento de la primera comunicación.

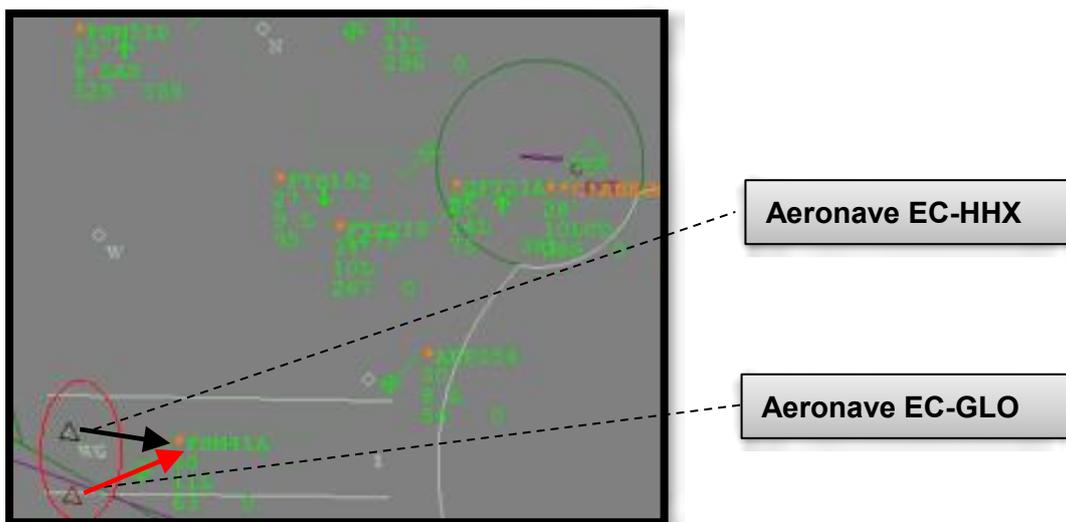


Ilustración 31 Posición relativa aeronaves en la primera comunicación radio

A continuación, se produce la primera comunicación por radio de la aeronave EC-GLO, informando que tiene a la vista a la aeronave EC-HHX, situándose esta entre sus 2 y sus 3, lo cual corresponde con las posiciones relativas observadas en las trazas de radar primario.

A las 08:35:47 UTC se produce la pérdida de separación, por lo tanto, ha transcurrido aproximadamente un minuto y doce segundos desde que ambas aeronaves tuvieron conocimiento de la presencia de otra aeronave en sus cercanías.

La circular AC-90-48D de la FAA relativa a la contribución del piloto en la prevención de colisiones, estima mediante estudios realizados, que el tiempo medio de una persona en reaccionar es de 12,5 segundos. La siguiente tabla extraída de la circular, muestra los diferentes tiempos de reacción:

Evento	Tiempo (s)
Ver objeto	0,1
Reconocer aeronave	1,0
Tomar conciencia del curso de la colisión	5,0
Decisión de Maniobra evasiva	4,0
Reacción muscular	0,4
Tiempo de reacción de aeronave	2,0
Total	12,5

Se puede estimar, por lo tanto, que ambas aeronaves dispusieron de aproximadamente un minuto para realizar una búsqueda efectiva de la otra aeronave y evitar una colisión. Durante todo este tiempo, ninguna de las aeronaves tomó ninguna acción para evitar una posible colisión.

Para realizar una búsqueda efectiva, el piloto debe mirar al exterior de la aeronave en busca de otras aeronaves en su campo visual. En particular, para una aeronave de ala alta como la Cessna 172, la búsqueda es más compleja cuando otras aeronaves se aproximan desde una altitud superior. La búsqueda de aeronaves se facilita enormemente cuando todas las aeronaves vuelan a la misma altitud.

En el caso del pasillo VFR situado al sur de LECU, teniendo en cuenta el elevado tráfico en las inmediaciones del punto de notificación Sierra, cobra todavía más importancia que todas las aeronaves respeten un mismo nivel de vuelo de 3000 ft, cuando se aproximen a velocidades inferiores a 120 kt, como es el caso de las aeronaves involucradas en el incidente.

2.4. Análisis del Manual de Operaciones de Aerofan

En la parte C del *Manual de Operaciones* de Aerofan, en el capítulo de Rutas y Zonas de Enseñanza, se menciona expresamente el procedimiento de entrada al aeropuerto de Cuatro Vientos de la siguiente manera:

Entradas a 3500 ft, Proceder por derecho y proceder vía Silo

Este procedimiento de entrada a Cuatro Vientos no respeta los límites inferiores del TMA de Madrid, al estar situado el Silo de Navalcarnero en la frontera del sector TMAD-22 cuyo límite inferior es 3000 ft AMSL.

La siguiente ilustración muestra la posición del "Silo" y el sector TMAD-22:

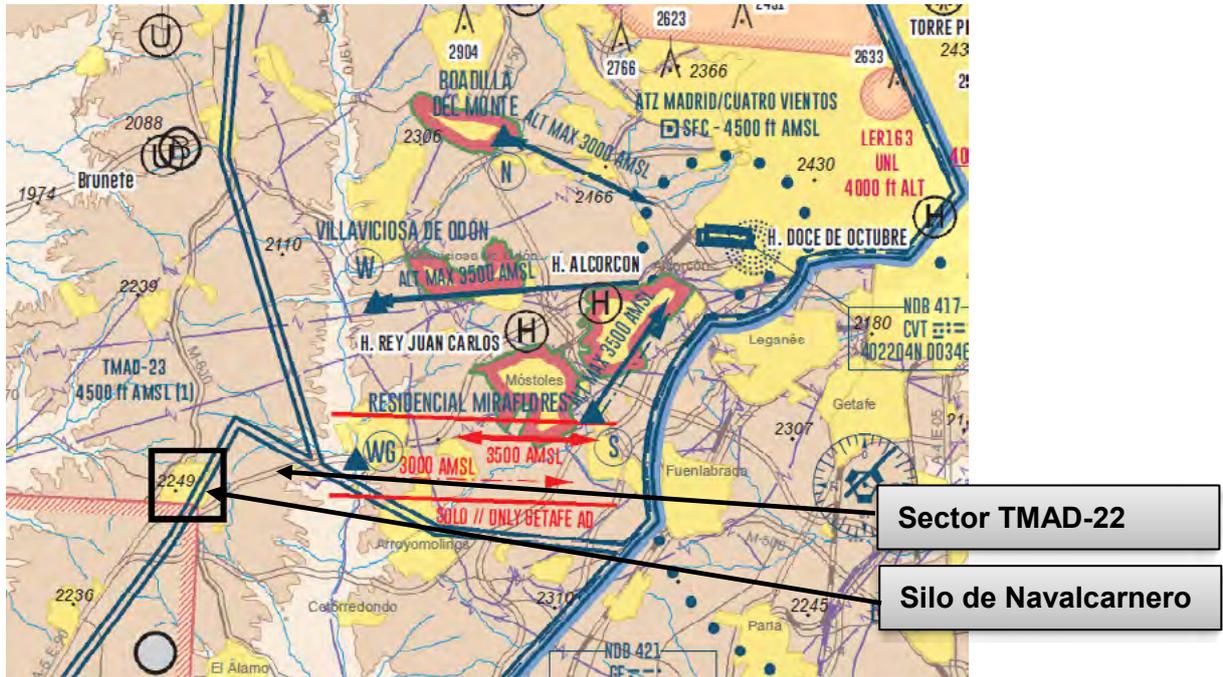


Ilustración 32 Silo de Navalcarnero

Este procedimiento de entrada a Cuatro Vientos tampoco se adhiere a la información publicada en la carta de circulación VFR del TMA de Madrid donde se establece la precaución de no sobrepasar 3000 ft en el sector visual al sur de la carretera N-V (en donde se incluye el pasillo VFR situado al sur de LECU). La siguiente imagen muestra la posición del "Silo":

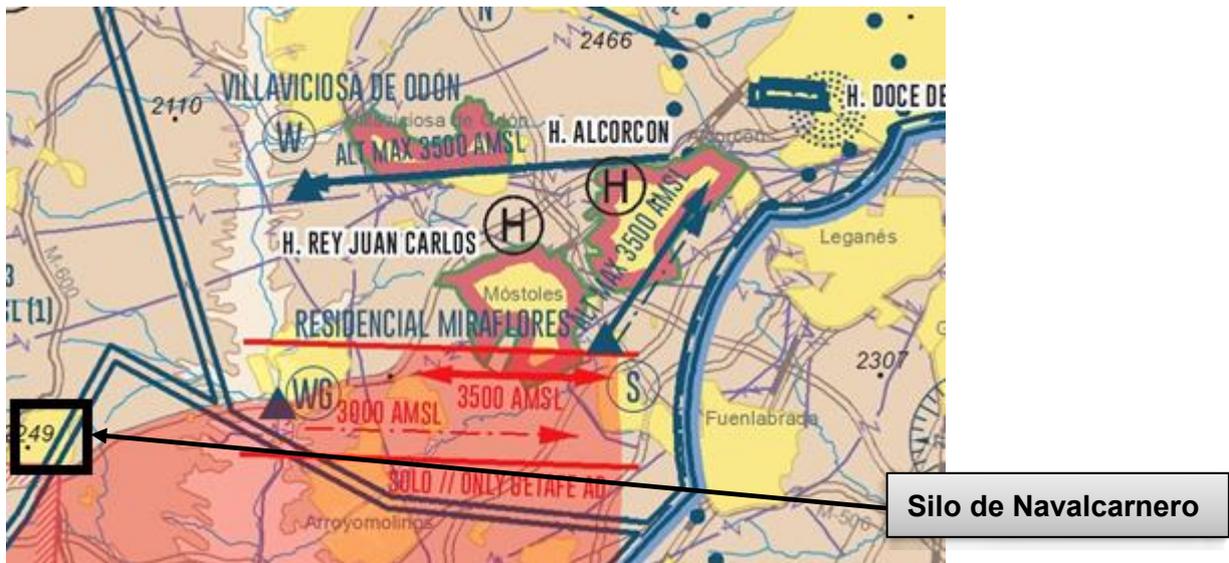


Ilustración 33 Silo de Navalcarnero y sector sur de la carretera N-V

Adicionalmente, este procedimiento de entrada a Cuatro Vientos no parece coherente con la información publicada en la Carta de Aproximación Visual de Cuatro Vientos donde se establece que las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt procederán, en el punto de notificación Sierra, a 3000 ft AMSL hasta incorporarse al circuito de tránsito de aeródromo. Cabe destacar, que la información publicada en la Carta únicamente hace referencia al punto de notificación Sierra y no establece ninguna restricción relativa al pasillo VFR situado al sur de LECU.

Para las entradas a Cuatro Vientos con IAS igual o inferior a 120 kt, procediendo por el pasillo situado al sur de LECU, cabría esperar que en la carta de aproximación visual de LECU se expresara de manera inequívoca la obligación de respetar la altitud de 3000 ft debido a que 3500 ft está reservado para entradas/salidas desde Getafe LEGT. Sin embargo, leyendo la Carta de Aproximación Visual de Cuatro Vientos, parece posible volar en ese pasillo a cualquier altitud siempre que no se alcancen los 3500 ft de límite inferior del TMA.

De los datos recopilados del vuelo inmediatamente anterior del instructor de la aeronave con matrícula EC-HHX de Aerofan realizado el 10 de julio (apartado 1.18.1 de este informe), se constata que, de igual manera al día del incidente, el instructor accedió al pasillo VFR situado al sur de LECU a altitudes próximas a 3500 ft y descendió hasta alcanzar los 3000 ft en el punto de notificación Sierra. Esto demuestra que es una práctica común por parte del instructor, basándose en la información contenida en el *Manual de Operaciones* de Aerofan.

2.5. Análisis de la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos

La Carta de Aproximación Visual de Cuatro Vientos establece que las aeronaves con destino Madrid Cuatro Vientos contactarán con TWR en punto Sierra (S) a la espera de recibir autorización ATC para entrar en el circuito de tránsito.

Según la información recogida en la Carta de Aproximación Visual de LECU:

En el punto S:

Las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt procederán a 3000 ft AMSL y las aeronaves con IAS superior a 120 kt procederán a 3500 ft AMSL, ambas hasta incorporarse al circuito de tránsito de aeródromo. Aeronaves procediendo a 3500 ft AMSL deberán comunicar, antes de cruzar el pasillo de entrada y salida de Getafe, con la TWR de Getafe para información de tránsito.

Precaución: Los aviones con destino o salida de Madrid/Getafe AD por punto WG, mantienen 3500 ft AMSL.

La carta de aproximación visual de LECU establece únicamente la altitud para las aeronaves en punto Sierra, sin embargo, no establece de manera expresa la altitud de vuelo en el pasillo VFR situado al sur de LECU. La única limitación establecida son 3500 ft AMSL, como límite inferior del TMA de Madrid.

Únicamente podemos encontrar una limitación de vuelo en el pasillo, en la carta de circulación VFR del TMA de Madrid, donde sí se establece de manera expresa la precaución de no sobrepasar 3000 ft en el sector visual al sur de la carretera N-V. Sería recomendable, por tanto, que la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos reflejara también esta obligatoriedad de no sobrepasar 3000 ft en el sector visual al sur de la N-V

Como se ha mencionado anteriormente, la búsqueda de aeronaves se facilita enormemente cuando todas las aeronaves vuelan a la misma altitud. En el caso del pasillo VFR situado al sur de LECU, al tener un volumen de tráfico concentrado en dirección al punto de notificación Sierra, cobra todavía más importancia que todas las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt, respeten un mismo nivel de vuelo de 3000 ft a la hora de atravesar el pasillo.

2.6. Análisis de las frecuencias aire-aire en espacio aéreo clase G

Por acuerdo entre las escuelas de vuelo, se utiliza la frecuencia aire-aire 131,975 Mhz, para notificar posiciones e intenciones en espacio aéreo clase G situado en las inmediaciones de Cuatro Vientos. La frecuencia no está publicada en el AIP.

Dentro de espacio aéreo clase G no se reciben instrucciones por parte de control, incluso no es obligatorio el uso de radio. La visibilidad exterior y la aplicación del derecho de paso recogido en las Reglas del Aire son dos aspectos fundamentales en este tipo de espacio aéreo.

En los procedimientos VFR del TMA de Madrid, no se recoge ninguna información relativa a mantener escucha de manera opcional en espacios aéreos clase G ni tampoco aparecen frecuencias de monitoreo en el mapa de circulación VFR en el AIP.

Se considera conveniente publicar una frecuencia aire-aire para información entre tráficos VFR en el espacio aéreo clase G situado en las proximidades de los puntos de notificación Cuatro Vientos.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- Los vuelos de ambas aeronaves eran de instrucción, llevando a bordo al alumno piloto y al instructor.
- Las condiciones meteorológicas existentes eran aptas para el vuelo visual.
- La aeronave Cessna 172N con matrícula EC-GLO, de la escuela Flyschool, se dirigía al punto de notificación Sierra de Cuatro Vientos en vuelo recto y nivelado a 3000 ft.
- La aeronave Cessna 172RG con matrícula EC-HHX, de la escuela Aerofan, se dirigía al punto de notificación Sierra de Cuatro Vientos en descenso desde 3500 ft a 3000 ft, encontrándose a las 9 de la posición de la aeronave EC-GLO.
- La carta de aproximación visual de Cuatro Vientos establece que, en el Punto Sierra de notificación de Cuatro Vientos, las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt procederán a 3000 ft AMSL.
- En la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos no se establece la altitud de vuelo para atravesar el pasillo VFR situado al sur de LECU, haciendo únicamente referencia a la altitud a mantener en el Punto Sierra.
- El procedimiento de entrada a Cuatro Vientos recogido en el *Manual de operaciones* de la escuela de vuelo Aerofan establece entradas a 3500 ft, sin respetar los límites del TMA de Madrid y sin adherirse a la información publicada en la carta de circulación VFR del TMA de Madrid donde se establece la precaución de no sobrepasar 3000 ft.
- Las aeronaves mantuvieron comunicación radio mediante la frecuencia aire-aire 131,975 Mhz, la cual no está recogida de manera oficial en el AIP.
- La tripulación de la aeronave con matrícula EC-GLO estableció inicialmente contacto visual con la otra aeronave y lo comunicó por radio. Pocos segundos después perdió el contacto visual, sin comunicar esta nueva situación por radio.
- La tripulación de la aeronave con matrícula EC-HHX no estableció contacto visual en ningún momento con la otra aeronave.
- La aeronave con matrícula EC-HHX no cedió el paso a la aeronave con matrícula EC-GLO, incumpliendo la disposición de derecho de paso recogida en SERA.3210 del Reglamento del aire.
- Ninguna de las aeronaves modificó su trayectoria, a pesar de tener conocimiento de las posiciones relativas e intenciones de la otra aeronave.
- Aproximadamente a las 08:35:47 UTC, la aeronave con matrícula EC-HHX sobrevoló a la aeronave con matrícula EC-GLO a unos 247 ft de distancia vertical y a unos 92 m de distancia horizontal.
- No se produjeron daños de ningún tipo en el incidente.

3.2. Causas/factores contribuyentes

La investigación ha determinado que este incidente fue causado por la falta de adherencia de la tripulación de la aeronave con matrícula EC-HHX, a la disposición contenida en la carta de circulación VFR del TMA de Madrid de no sobrepasar 3000 ft al sur de la N-V, así como por el incumplimiento de las disposiciones relativas al derecho de paso recogidas en SERA.3210 del Reglamento del aire.

Se ha considerado como factor contribuyente la discordancia entre la información recogida en el *Manual de Operaciones* de Aerofan y la información publicada en el AIP España.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

REC 01/21: Se recomienda a Aerofan, como operador aéreo, que modifique el procedimiento de entrada a Cuatro Vientos del *Manual de operaciones* respetando los límites inferiores de los sectores del TMA de Madrid y las disposiciones recogidas en la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos.

REC 02/21: Se recomienda a ENAIRE, como proveedor de servicios de navegación aérea, que incluya en la carta de aproximación visual de Cuatro Vientos, previa consulta a los usuarios VFR de la zona, la obligatoriedad de no sobrepasar 3000 ft en el pasillo VFR situado al sur de Cuatro Vientos, para las aeronaves con IAS igual o inferior a 120 kt que procedan al punto Sierra de notificación.

REC 03/21: Se recomienda a ENAIRE, como proveedor de servicios de navegación aérea, que estudie la posibilidad de publicar una frecuencia aire-aire de monitoreo para información de tráfico en el espacio aéreo clase G situado en las proximidades de los puntos de notificación de Cuatro Vientos.