

CIAIAC

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

Informe técnico IN-049/2019

Incidente ocurrido el día 11 de septiembre de 2019 entre las aeronaves Boeing 737-8AS, matrícula EI-ENH, y Boeing 737-8AS, matrícula EI-DYR, en el aeropuerto de Málaga



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: 796-22-102-7

Diseño y maquetación: 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. 5.6 del Reglamento (UE) nº 996/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de octubre de 2010; el art.15 de la Ley 21/2003, de Seguridad Aérea; y los arts. 1 y 21.2 del R.D. 389/1998, esta investigación tiene carácter exclusivamente técnico y se realiza con la finalidad de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial. Por consiguiente, y de acuerdo con las normas señaladas anteriormente la investigación ha sido efectuada a través de procedimientos que no necesariamente se someten a las garantías y derechos por los que deben regirse las pruebas en un proceso judicial.

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

Índice

Tabla de Ilustraciones	5
Abreviaturas	6
Sinopsis	8
1. INFORMACIÓN FACTUAL	10
1.1. Descripción del suceso	10
1.2. Lesiones personales	11
1.3. Daños a la aeronave.....	11
1.4. Otros daños.....	11
1.5. Información sobre el personal	11
1.6. Información sobre las aeronaves	13
1.7. Información meteorológica	15
1.8. Ayudas para la navegación.....	15
1.9. Comunicaciones	20
1.10. Información de aeródromo.....	22
1.11. Registradores de vuelo	25
1.12. Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	27
1.13. Información médica y patológica	28
1.14. Incendio	28
1.15. Aspectos relativos a la supervivencia	28
1.16. Ensayos e investigaciones.....	28
1.17. Información sobre organización y gestión	29
1.18. Información adicional	35
1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces.....	41
2. ANÁLISIS	42
2.1. Análisis de la situación meteorológica.....	42
2.2. Análisis de la operación.....	42
2.3. Análisis de la capacidad	49
2.4. Análisis de la repetitividad de sucesos ocurridos en el aeropuerto de Málaga – Costa del Sol...	52
3. CONCLUSIONES	55
3.1. Constataciones	55
3.2. Causas/factores contribuyentes.....	55
4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	57

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Dimensiones aeronave B737-800	14
Ilustración 2 Posición de la aeronave RYR75JV a las 19:50:22 UTC	15
Ilustración 3 Posición de la aeronaves a las 19:51:17 UTC	16
Ilustración 4 Posición de las aeronaves a las 15:52:27 UTC, RYR75JV (derecha) y RYR9UD (izquierda)	16
Ilustración 5 Posición de las aeronaves a las 19:52:58 UTC	17
Ilustración 6 Posición de las aeronaves a las 19:53:29 UTC	17
Ilustración 7 Posición de las aeronaves a las 19:53:59 UTC	17
Ilustración 8 Posición de las aeronaves a las 19:54:03 UTC	18
Ilustración 9 Posición de las aeronaves a las 19:54:08 UTC	18
Ilustración 10 Posición de las aeronaves a las 19:54:11 UTC	19
Ilustración 11 Posición de las aeronaves a las 19:54:15 UTC	19
Ilustración 12 Posición de las aeronaves a las 19:54:35 UTC	20
Ilustración 13 Posición aeronave RYR75JV a las 19:49:19 UTC	20
Ilustración 14 Posición aeronave RYR75JV a las 19:49:49 UTC	21
Ilustración 15 Esquema RWY 13/31	22
Ilustración 16 Calles de acceso a cabecera de pista 13.....	23
Ilustración 17 Distribución de posiciones en la torre de control LEMG.....	24
Ilustración 18 Trayectorias aeronaves en el momento del aterrizaje	49

Abreviaturas

°	Grado sexagesimal
°C	Grado(s) centígrado(s)
A/C	Aeronave
ACP	Habilitación de control de área por procedimientos
ACS	Habilitación de vigilancia de área
ADI	Habilitación de control de aeródromo instrumental
ADV	Habilitación de control de aeródromo visual
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
AIR	Anotación de control de aeródromo
AMSL	Altitud sobre el nivel medio del mar
APP	Habilitación de control de aproximación por procedimientos
APS	Habilitación de control de vigilancia de aproximación
ATC	Control de tráfico aéreo
ATPL	Licencia de piloto de transporte de línea aérea
ATPL (A)	Licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CEANITA	Comisión de estudio y análisis de notificaciones de incidentes de tránsito aéreo
CIAIAC	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil
CLD	Autorización
CPL	Licencia de piloto comercial
CPL(A)	Licencia de piloto comercial de avión
CVR	Registrador de voces en cabina
EDDH	Código OACI Aeropuerto de Hamburgo
EGGP	Código OACI Aeropuerto de Liverpool
FDR	Registrador de datos de vuelo
ft	Pies
GMC	Anotación de control de movimientos en tierra
GMS	Anotación de vigilancia de movimientos en tierra
GND	Rodadura
GS	Velocidad relativa al terreno
h	Hora(s)
hPa	Hectopascal
IAA	Autoridad de Aviación de Irlanda
IFR	Reglas de vuelo instrumental
km	Kilómetro(s)
kt	Nudo(s)
LCL	Posición local de control de tránsito aéreo
LEMG	Código OACI Aeropuerto de Málaga – Costa del Sol
m	Metro(s)

Informe técnico IN-049/2019

METAR	Informe meteorológico de aeródromo
MHz	Megahercio
NM	Milla náutica
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
QAR	Registrador de datos de acceso rápido
QNH	Presión atmosférica al nivel medio del mar en la zona del aeropuerto
RAD	Anotación de control de radar de aeródromo
RWY	Pista de aeródromo
s	Segundos
SACTA	Sistema automatizado de control de tránsito aéreo
SNS	Sistema de notificación de sucesos
t	Tiempo
TCL	Anotación de control terminal
TMA	Área de control terminal
TWR	Torre de control de aeródromo o control de aeródromo
UTC	Tiempo universal coordinado

Sinopsis

	Aeronave 1	Aeronave 2
Operador:	Ryanair	Ryanair
Aeronave:	Boeing 737-8AS	Boeing 737-8AS
Matrícula:	EI-ENH (Irlanda)	EI-DYR (Irlanda)
Personas a bordo:	196, ilesos	185, ilesos
Tipo de operación:	Transporte aéreo comercial – Regular – Internacional - Pasajeros	Transporte aéreo comercial – Regular – Internacional - Pasajeros
Fase de operación:	Despegue, carrera de despegue	Aterrizaje, enderezamiento para aterrizar
Reglas de vuelo:	IFR	IFR
Fecha y hora del incidente:	11 de septiembre de 2019, 19:50 UTC ¹	
Lugar del incidente:	Aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG)	
Fecha de aprobación:	24 de noviembre de 2021	

Resumen del suceso

El día 11 de septiembre de 2019, la aeronave Boeing 737-8AS, matrícula EI-ENH, realizaba el vuelo con distintivo de llamada RYR75JV con origen en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG), España, y destino el aeropuerto de Liverpool (EGGP), Reino Unido. Por otro lado, la aeronave Boeing 737-8AS, matrícula EI-DYR, realizaba un vuelo con distintivo de llamada RYR9UD, con origen en el aeropuerto de Hamburgo (EDDH), Alemania, y destino el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG).

Ambas aeronaves se encontraban en contacto radio con la posición de control local (LCL) de la torre de control de LEMG. El controlador de tránsito aéreo instruyó la entrada por la cabecera de pista 13 y posteriormente el despegue de la aeronave RYR75JV, mientras que a la aeronave RYR9UD le instruyó a continuar la aproximación a la cabecera de pista 13 y a que esperase la autorización tardía de aterrizaje.

¹ La referencia horaria utilizada en este informe es la hora UTC. La hora local se calcula sumando 2 h a la hora UTC

Alrededor de las 19:50 UTC, al mismo tiempo que la aeronave RYR75JV comenzaba la rotación en la pista 13 durante la carrera de despegue, la aeronave RYR9UD sobrevolaba la cabecera de pista 13 durante el aterrizaje, llegando a coincidir ambas aeronaves simultáneamente sobre la pista.

No hubo heridos y las aeronaves no sufrieron ningún daño.

La investigación ha concluido que la causa del incidente fue la autorización de aterrizaje a una aeronave en una pista ocupada por otra aeronave en despegue, sin respetar las distancias reglamentarias.

Se ha considerado como factor contribuyente al incidente la deficiente planificación, por parte del controlador de tránsito aéreo, en aprovechar un hueco entre dos aterrizajes para autorizar un despegue.

De igual manera, se valora como factor contribuyente la ausencia de toma de decisiones por parte del controlador de tránsito aéreo, como la cancelación del despegue, en una situación de peligro próxima derivada de una pérdida de separación reglamentaria.

Como consecuencia de la reiteración de sucesos relacionados con las pérdidas de separación en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG), durante el transcurso de la investigación y antes de que esta concluyera, la CIAIAC estimó oportuno la aprobación y emisión de dos recomendaciones de seguridad urgentes, previamente a la aprobación y publicación del informe final: una dirigida a ENAIRE y otra dirigida a AESA.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1. Descripción del suceso

El 11 de septiembre de 2019 a las 19:50 UTC, se produjo un incidente por pérdida de separación entre dos aeronaves en la pista 13 del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, encontrándose la primera en la carrera de despegue y la segunda en una posición de corta final.

La aeronave Boeing 737-8AS, matrícula EI-ENH, realizaba el vuelo con distintivo de llamada RYR75JV con origen en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG). Por otro lado, la aeronave Boeing 737-8AS, matrícula EI-DYR, realizaba un vuelo con distintivo de llamada RYR9UD, con destino el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG).

El aeropuerto de Málaga-Costa del Sol se encontraba utilizando la configuración preferente de pista única, despegues y aterrizajes por la cabecera de pista 13. La aeronave RYR75JV rodando al punto de espera HN-3 de la pista 13 notificó a la torre de control que estaba lista para salida. El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL respondió que mantuviera corto de la pista. A continuación, la aeronave RYR9UD comunicó al controlador de tránsito aéreo que estaba establecida en el localizador de la pista 13 y este la instruyó a continuar su aproximación.

Posteriormente, el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL transmitió a la aeronave RYR75JV la instrucción de alinearse y esperar en la pista 13. Transcurridos 19 segundos desde esta comunicación, el controlador LCL de TWR LEMG autorizó a esta aeronave a despegue inmediato de la pista 13.

Una vez la aeronave RYR75JV estaba en carrera de despegue, el controlador LCL de TWR LEMG autorizó a la aeronave RYR9UD a aterrizar con el tráfico en salida a la vista.

Como consecuencia de todo lo anterior, se produjo una pérdida de separación, así como una incursión en pista al coincidir ambas aeronaves simultáneamente sobre la pista.

No se produjo ningún daño como consecuencia del incidente.

1.2. Lesiones personales

1.2.1. Aeronave EI-ENH

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	6	190	196	
Total	6	190	196	

1.2.2. Aeronave EI-DYR

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total en la aeronave	Otros
Mortales				
Lesionados graves				
Lesionados leves				
Ilesos	6	179	185	
Total	6	179	185	

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

A continuación, se detalla la información más relevante sobre la tripulación de ambas aeronaves y el personal involucrado en las diferentes posiciones de la torre de control.

1.5.1. Información sobre la tripulación de la aeronave EI-ENH

El comandante, de 38 años de edad, tenía licencia de piloto de transporte de línea aérea ATPL (A), expedida por la Autoridad de Aviación de Irlanda (IAA) desde el 04/12/2014 con la habilitación de tipo B737 300-900 válida hasta el 30/04/2020.

Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 11/04/2020.

Su experiencia total era de 7430 horas de vuelo, de las cuales 7242 horas de vuelo eran en el tipo de aeronave.

El copiloto, de 30 años de edad, tenía licencia de piloto comercial de avión CPL (A), expedida por la Autoridad de Aviación de Irlanda (IAA) desde el 18/09/2017 con la habilitación de tipo B737 300-900 válida hasta el 31/03/2020.

Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 25/08/2020.

Su experiencia total era de 1650 horas de vuelo, de las cuales 1450 horas de vuelo eran en el tipo de aeronave.

1.5.2. Información sobre la tripulación de la aeronave EI-DYR

El comandante, de 32 años de edad, tenía licencia de piloto de transporte de línea aérea ATPL (A), expedida por la Autoridad de Aviación de Irlanda (IAA) desde el 15/05/2015 con la habilitación de tipo B737 300-900 válida hasta el 31/03/2020.

Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 25/11/2019.

Su experiencia total era de 7218 horas de vuelo, de las cuales 6842 horas de vuelo eran en el tipo de aeronave.

El copiloto, de 29 años de edad, tenía licencia de piloto comercial de avión CPL (A), expedida por la Autoridad de Aviación de Irlanda (IAA) desde el 18/07/2019 con la habilitación de tipo B737 300-900 válida hasta el 30/06/2020.

Asimismo, contaba con certificado médico de clase 1 válido y en vigor hasta el 07/01/2020.

Su experiencia total era de 1983 horas de vuelo, de las cuales 150 horas de vuelo eran en el tipo de aeronave.

1.5.3. Información general sobre el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL

El controlador de tránsito aéreo de la posición local (LCL), de 40 años de edad, disponía de una licencia de controlador de tránsito aéreo, emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) con fecha de primera expedición el 18/08/2008, con las siguientes habilitaciones: ADV, ADI (con las anotaciones: AIR, GMC, TWR, GMS, RAD), APP, APS (con la anotación TCL), ACP y ACS (con la anotación TCL). Para la unidad, tenía la habilitación ADI con las anotaciones TWR y RAD con vigencia hasta el 23/06/2020 y la habilitación APS con vigencia hasta el 23/03/2020.

Informe técnico IN-049/2019

Disponía de certificado médico en vigor hasta el 16/01/2020.

La experiencia total en control aéreo era de once años. Superó la formación en la unidad de TWR LEMG en junio de 2014.

El tiempo de actividad del controlador el día del suceso fue el siguiente:

Hora inicio (hh:mm)	Tiempo de actividad (hh:mm)	Tiempo de actividad acumulado (hh:mm)	Puesto
13:00	00:10	00:10	Integrado (CLD, GND)
13:10	02:20	02:30	Local (TWR)
15:30	03:11	05:41	Integrado (CLD, GND)
18:41	01:17	06:58	Local (TWR)

1.5.4. Información general sobre el controlador de tránsito aéreo de la posición de rodadura

El controlador de tránsito aéreo de la posición de rodadura (GMC), de 47 años de edad, disponía de una licencia de controlador de tránsito aéreo, emitida por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) con fecha de primera expedición el 31/01/2008.

Disponía de certificado médico en vigor hasta el 18/09/2020.

La experiencia total en control aéreo era de once años. Superó la formación en la unidad de TWR LEMG en julio de 2013.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general de la aeronave EI-ENH

La aeronave de matrícula EI-ENH, modelo BOEING 737-8AS y con número de serie 35033, fue fabricada en el año 2010. Estaba equipada con dos motores CFMI CFM56-7B26.

Dispone de certificado de aeronavegabilidad, expedido por la Autoridad de Aviación de Irlanda, y de un certificado de revisión de aeronavegabilidad válido hasta el 25 de octubre de 2019. El día del incidente, la aeronave contaba con 28631 horas de vuelo y 14394 ciclos.

La aeronave había sido mantenida de acuerdo a su programa de mantenimiento aprobado y la última revisión, de Tipo A, se le había efectuado el día 28 de mayo de 2019 cuando la aeronave contaba con 27527 horas y 13857 ciclos de vuelo.

La aeronave tiene una envergadura de 35,8 metros, por lo que pertenece a una aeronave de categoría C según el código de referencia aeroportuario de OACI, establecido en el Capítulo 1 del Anexo 14. Este código de referencia aeroportuario es utilizado para determinar las operaciones de un determinado complejo aeroportuario.

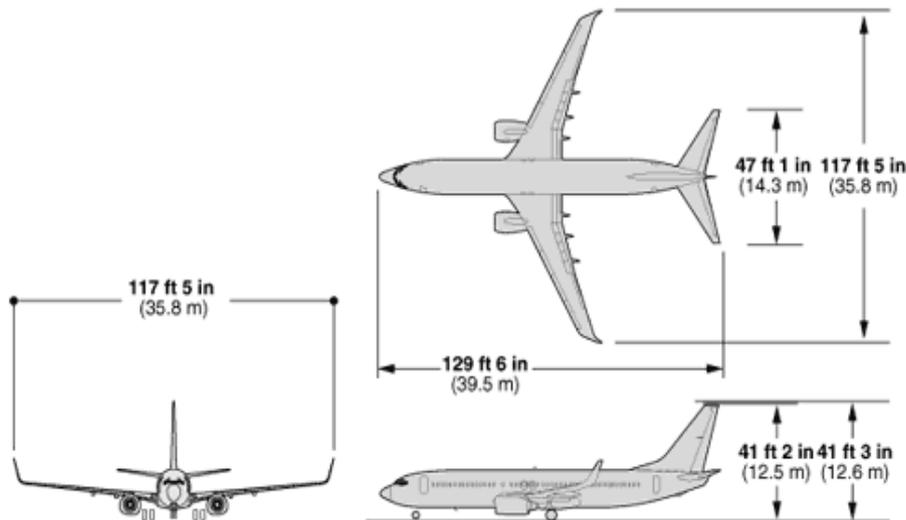


Ilustración 1 Dimensiones aeronave B737-800

1.6.2. Información general de la aeronave EI-DYR

La aeronave de matrícula EI-DYR, modelo BOEING 737-8AS y con número de serie 37513, fue fabricada en el año 2008. Estaba equipada con dos motores CFMI CFM56-7B26.

Dispone de certificado de aeronavegabilidad, expedido por la Autoridad de Aviación de Irlanda, y de un certificado de revisión de aeronavegabilidad válido hasta el 4 de diciembre de 2019. El día del incidente, la aeronave contaba con 35880 horas de vuelo y 20152 ciclos.

La aeronave había sido mantenida de acuerdo a su programa de mantenimiento aprobado y la última revisión, de Tipo A, se le había efectuado el día 27 de junio de 2019 cuando la aeronave contaba con 35144 horas y 19745 ciclos de vuelo.

La aeronave tiene una envergadura de 35,8 metros, por lo que pertenece a una aeronave de categoría C según el código de referencia aeroportuario de OACI, establecido en el Capítulo 1 del Anexo 14. Este código de referencia aeroportuario es utilizado para determinar las operaciones de un determinado complejo aeroportuario.

1.7. Información meteorológica

El METAR del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG) en torno a la hora del incidente fue el siguiente:

METAR LEMG 112000Z 10007KT 9999 FEW085 23/13 Q1018 NOSIG

Viento de dirección 100° con 7 kt de intensidad. Visibilidad de 10 km o más y escasas nubes a 8500 ft. Temperatura de 23°C, punto de rocío 13°C y QNH 1018 hPa. No se esperan cambios significativos en los fenómenos climáticos.

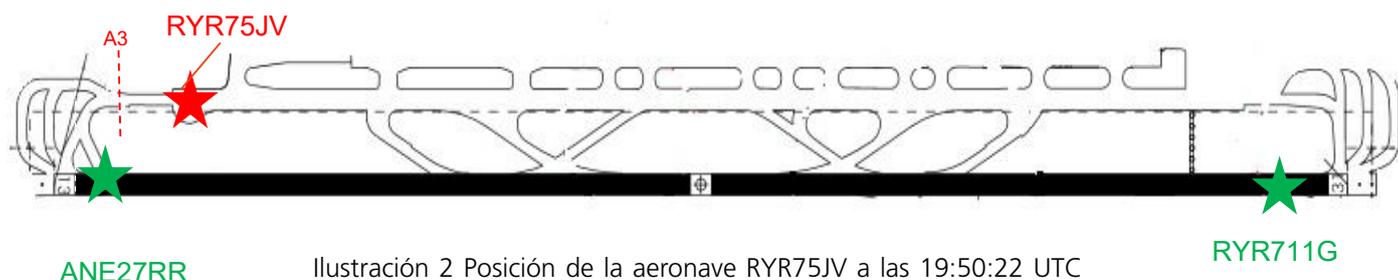
El día del incidente y en la región de Málaga-Costa del Sol, el ocaso tuvo lugar a las 18:34 UTC, por lo que a la hora en la que sucedió el incidente, alrededor de las 19:50 UTC (1 hora y 16 minutos después del ocaso), era de noche.

1.8. Ayudas para la navegación

La dependencia de control de Málaga cuenta con sistema SACTA (Sistema Automatizado de Control de Tránsito Aéreo) para el tratamiento de datos de vuelo, y en la zona en la que volaban las aeronaves, con cobertura radar. Adicionalmente se han incorporado los datos extraídos de los registradores de vuelo, que precisan la información recogida del sistema SACTA. Se incluyen, a continuación, los datos más significativos de las aeronaves involucradas en el incidente.

1.8.1. Información extraída del sistema SACTA

A las 19:50:22 UTC, la traza muestra a una aeronave no involucrada en el incidente en carrera de despegue [RYP711G] y otra aeronave no involucrada en el incidente alineada en la RWY 13 [ANE27RR]. A su vez, la segunda en la secuencia de salida fue la aeronave RYP75JV que estaba rodando por la calle de rodadura A, sin haber alcanzado el punto de espera intermedio A3.



Informe técnico IN-049/2019

A las 19:51:17 UTC, la traza muestra a una aeronave no involucrada [RZR2HW] en el incidente en corta final, a 1,3 NM en final de RWY 13 y a la aeronave RZR9UD como número dos en la secuencia de aproximación a 7,5 NM del umbral de la RWY 13.

En ese instante, la traza muestra a la aeronave RZR75JV rodando al punto de espera HN-3 de la RWY 13, habiendo ya sobrepasado el punto de espera intermedio A3.

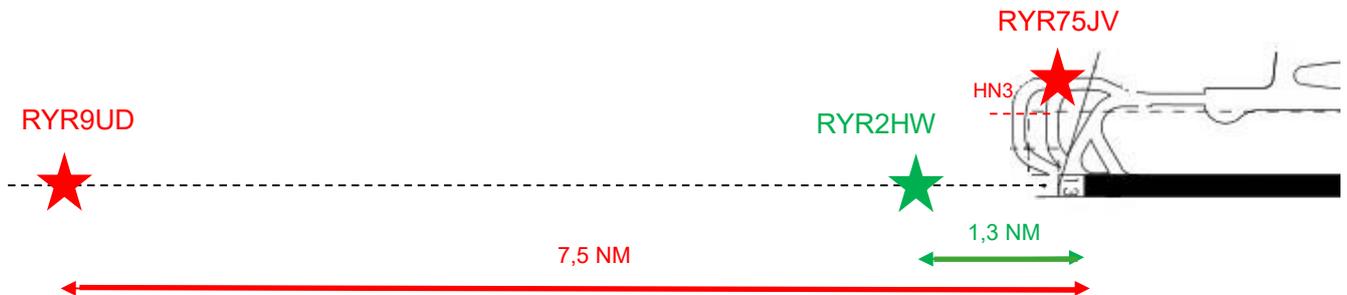


Ilustración 3 Posición de la aeronaves a las 19:51:17 UTC

A las 19:52:27 UTC, la traza muestra a la aeronave RZR9UD establecida en final a 3,9 NM del umbral de la RWY13 con una velocidad relativa al terreno de 168 kt. En ese instante la aeronave RZR75JV se encontraba sobre la señal del punto de espera HN-3. A las 19:52:46 UTC, la traza muestra a la aeronave RZR9UD establecida en final a 3,1 NM

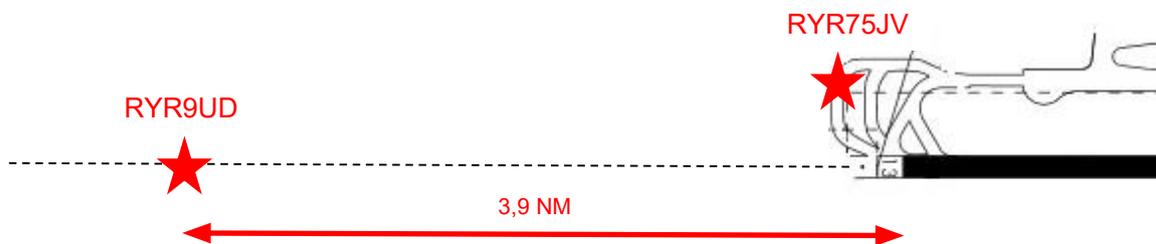


Ilustración 4 Posición de las aeronaves a las 19:52:27 UTC, RZR75JV (derecha) y RZR9UD (izquierda)

del umbral de la RWY13 con una velocidad relativa al terreno de 156 kt. En ese instante la aeronave RZR75JV se encontraba sobre la señal del punto de espera HN3.

A las 19:52:58 UTC, la traza muestra a la aeronave RZR9UD establecida en final a 2,6 NM del umbral de la RWY13. En ese instante la aeronave RZR75JV había rebasado ligeramente la señal del punto de espera HN3.



Ilustración 5 Posición de las aeronaves a las 19:52:58 UTC

A las 19:53:21 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD establecida en final a 1,7 NM del umbral de la RWY13 y a través de 600 ft de altitud AMSL. En ese instante la aeronave RYR75JV se encontraba procediendo a la cabecera de pista 13.

A las 19:53:29 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD establecida en final a 1,4 NM del umbral de la RWY13 y a través de 500 ft de altitud AMSL y a la aeronave RYR75JV procediendo a la RWY 13, aproximándose al umbral de pista.

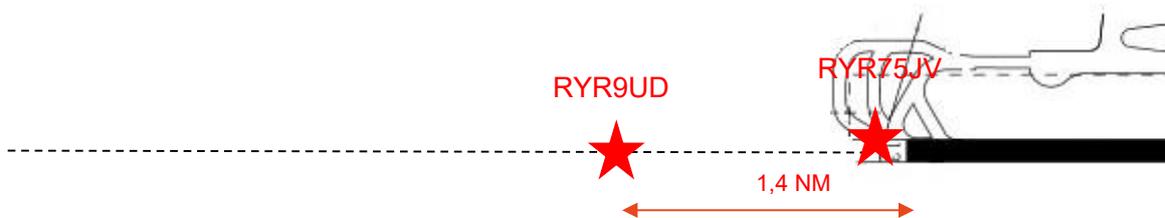


Ilustración 6 Posición de las aeronaves a las 19:53:29 UTC

A las 19:53:59 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD establecida en corta final a través de 200 ft de altitud AMSL y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue en la RWY 13 a una velocidad de 94 kt (GS). La distancia entre ambas aeronaves era de 0,4 NM.



Ilustración 7 Posición de las aeronaves a las 19:53:59 UTC

A las 19:54:03 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD sobre el umbral de la RWY13, a través de 100 ft de altitud AMSL y a una velocidad de 150 kt (GS) y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue en la misma pista a una velocidad de 111 kt (GS). La distancia entre ambas aeronaves era de 710 m (0,38 NM).

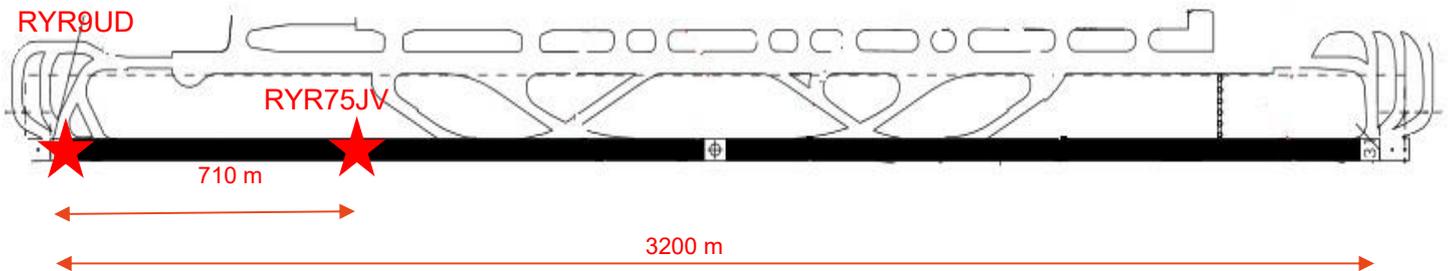


Ilustración 8 Posición de las aeronaves a las 19:54:03 UTC

A las 19:54:07 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 a 100 ft de altitud AMSL, sin haber tocado pista aún con el tren de aterrizaje principal y a una velocidad de 150 kt (GS) y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue en la misma pista a una velocidad de 127 kt (GS). La distancia entre ambas aeronaves era de 650 m (0,35 NM).

A las 19:54:08 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 sin haber tocado pista aún con el tren de aterrizaje principal y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue en la misma pista sin haber iniciado aún la rotación. La distancia entre ambas aeronaves era de 610 m (0,33 NM).

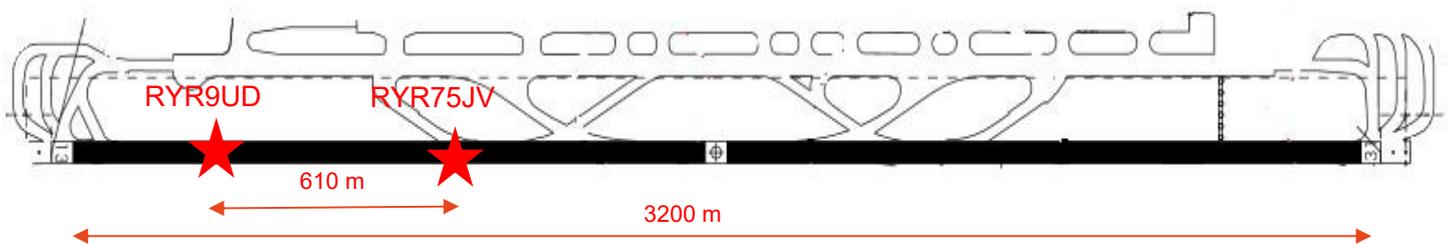


Ilustración 9 Posición de las aeronaves a las 19:54:08 UTC

A las 19:54:11 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 sin haber tocado pista aún con el tren de aterrizaje principal y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue iniciando la maniobra de rotación (tren de aterrizaje delantero en el aire y tren principal en tierra). La distancia entre ambas aeronaves era de 530 m (0,29 NM).

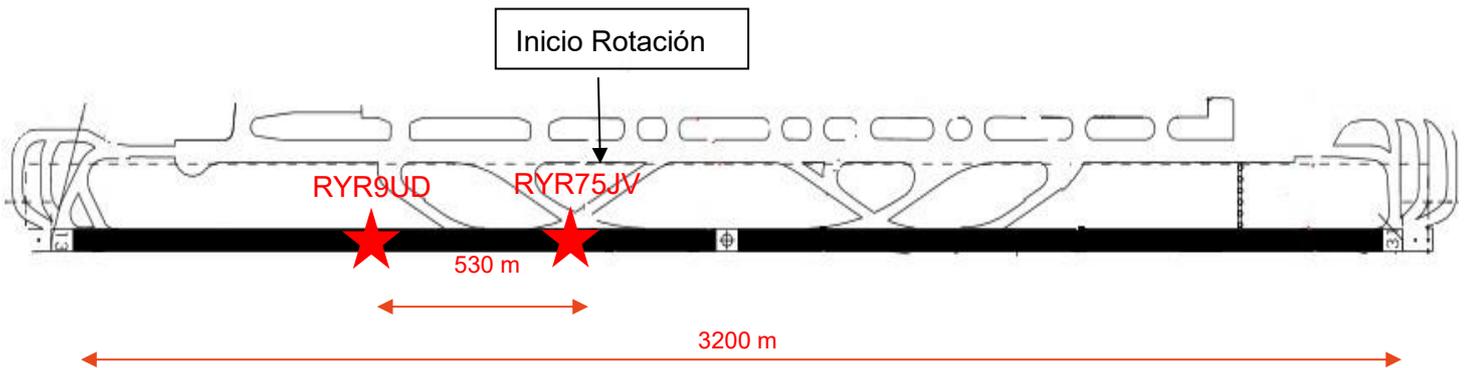


Ilustración 10 Posición de las aeronaves a las 19:54:11 UTC

A las 19:54:14 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 tocando pista con el tren de aterrizaje principal y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue en rotación (tren de aterrizaje delantero en el aire y tren principal en tierra).

A las 19:54:15 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 tocando pista con el tren de aterrizaje principal y a la aeronave RYR75JV en carrera de despegue finalizando la maniobra de rotación (tren de aterrizaje delantero en el aire y tren principal en el aire). La distancia entre ambas aeronaves era de 520 m (0,28 NM), siendo esta la mínima separación registrada entre las aeronaves.

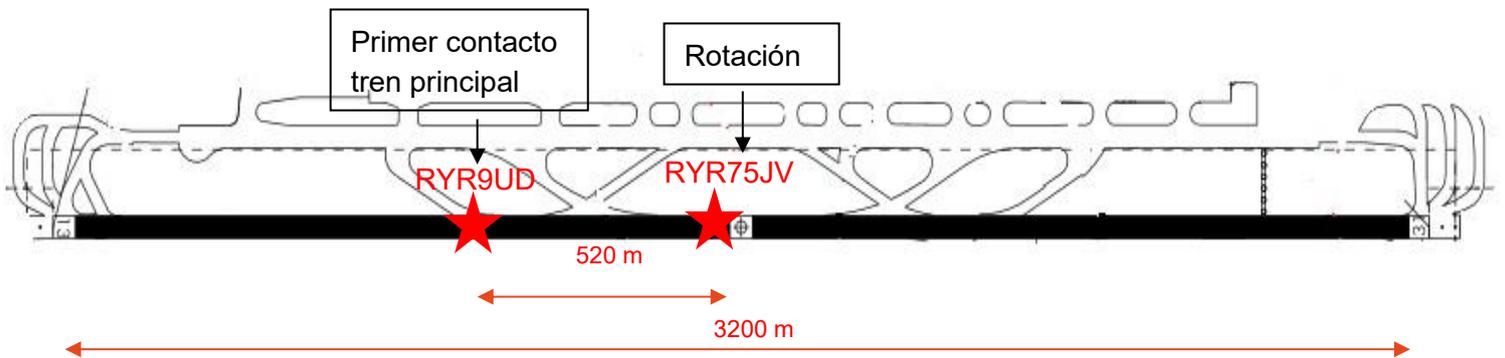


Ilustración 11 Posición de las aeronaves a las 19:54:15 UTC

A las 19:54:28 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 decelerando en su carrera de aterrizaje y a la aeronave RYR75JV en ascenso inicial a una altitud de 400 ft AMSL. La distancia entre ambas aeronaves era de 0,5 NM.

A las 19:54:35 UTC, la traza muestra a la aeronave RYR9UD en la RWY13 decelerando en su carrera de aterrizaje y a la aeronave RYR75JV en ascenso inicial, rebasando el umbral de pista 31 a una altitud de 700 ft AMSL. La distancia entre ambas aeronaves era de 0,6 NM.

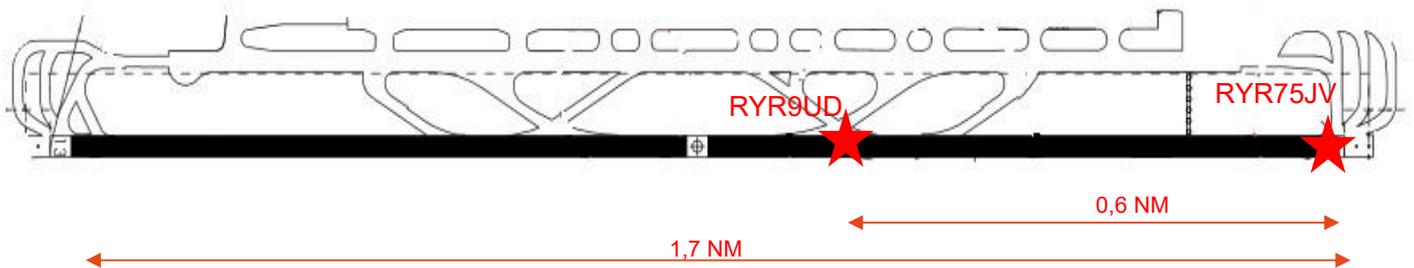


Ilustración 12 Posición de las aeronaves a las 19:54:35 UTC

1.9. Comunicaciones

Se dispone de las comunicaciones mantenidas por las aeronaves durante el desarrollo del suceso, en las frecuencias de la posición de local (LCL) y de rodadura (GND). Sin embargo, las coordinaciones mantenidas entre LCL y GND se realizan de viva voz por lo cual no ha sido posible recuperarlas.

De acuerdo a los registros de comunicaciones en frecuencia 121.705 MHz correspondiente a la posición de rodadura (GND), a las 19:45:57 UTC el controlador GND instruyó a la aeronave RZR75JV a rodar al punto de espera de la cabecera de RWY 13.

A las 19:49:19 UTC, el controlador GND informó a la aeronave RZR75JV a contactar al controlador LCL en frecuencia 118.150 MHz y se despidió de ella. En ese instante, la aeronave RZR75JV se encontraba aproximadamente a 900 m del punto de espera intermedio A3, tal y como muestra la siguiente imagen.

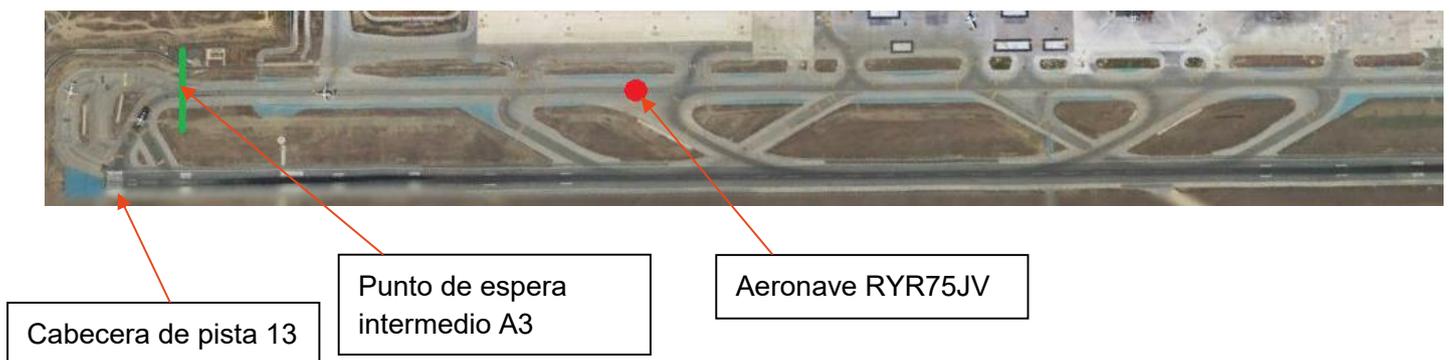


Ilustración 13 Posición aeronave RZR75JV a las 19:49:19 UTC

De acuerdo a los registros de comunicaciones en frecuencia 118.150 MHz correspondiente a la posición de control LCL, a las 19:49:37 UTC la aeronave con distintivo de llamada RZR75JV estableció contacto inicial con TWR LEMG e informó que estaba rodando al punto de espera de la RWY 13 y que estaba lista para salida.

A las 19:49:49 UTC, el controlador LCL TWR LEMG instruyó a la aeronave RYR75JV a mantener corto, lo cual fue colacionado por la tripulación. En este instante, la aeronave RYR75JV se encontraba a 600 m del punto de espera intermedio A3.

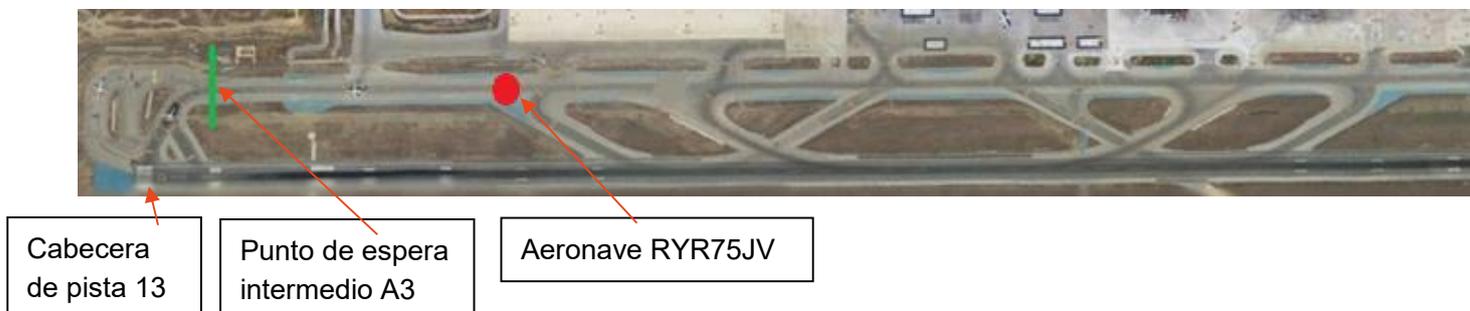


Ilustración 14 Posición aeronave RYR75JV a las 19:49:49 UTC

A las 19:50:44 UTC, la aeronave con distintivo de llamada RYR9UD estableció el contacto inicial con TWR LEMG e informó que se encontraba establecida en la RWY 13. A continuación, el controlador LCL TWR LEMG respondió que continuara y que ajustara la velocidad a 160 kt. La tripulación de la aeronave RYR9UD colacionó el mensaje.

A las 19:52:27 UTC, el controlador LCL TWR LEMG contactó con la aeronave RYR75JV, que se encontraba en el punto de espera HN-3, para instruir que se alineara y esperara. La tripulación de la aeronave colacionó la instrucción seis segundos después. En este preciso instante (19:52:27 UTC), la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en final a una distancia de 3,9 NM del umbral de pista RWY 13.

A las 19:52:46 UTC, el controlador LCL TWR LEMG autorizó a la aeronave RYR75JV a despegue en carrera inmediato en RWY 13, cuando la aeronave se encontraba en el punto de espera HN-3. La tripulación de la aeronave colacionó la instrucción. En este instante (19:52:46 UTC), la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en final a 3,1 NM del umbral de la RWY 13.

A las 19:53:21 UTC, la aeronave RYR9UD notificó al controlador LCL TWR LEMG que se encontraban a 500 ft. En este instante, la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en final a 1,7 NM del umbral de la RWY 13. La aeronave RYR75JV se encontraba procediendo a la RWY 13, a escasos metros de alinearse en pista sobre el umbral.

A las 19:53:29 UTC, el controlador LCL TWR LEMG respondió a la aeronave RYR9UD instruyéndola que continuara y esperara autorización tardía de aterrizaje. La tripulación colacionó la instrucción. En este instante, la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en final a 1,4 NM del umbral de la RWY 13. La aeronave RYR75JV se encontraba procediendo a la RWY 13, a escasos metros de alinearse en pista sobre el umbral.

A las 19:53:59 UTC, el controlador LCL TWR LEMG autorizó a la aeronave RYR9UD a aterrizar con el tráfico precedente a la vista en RWY 13. La tripulación de la aeronave colacionó la autorización de aterrizaje. En este instante, la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en corta final de la RWY 13 a 200 ft de altitud AMSL y la aeronave RYR75JV se encontraba en carrera de despegue en la RWY 13 a una velocidad de 90 kt (GS). La distancia entre ambas aeronaves era de 0.4 NM.

A las 19:54:35 UTC, la aeronave RYR9UD informó al controlador LCL TWR LEMG que había estado muy en el límite y muy cercano al tráfico precedente.

1.10. Información de aeródromo

El aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, está situado a 7 km al suroeste del centro de la ciudad de Málaga. A continuación, se describe la información general de las calles de acceso a la pista, así como de las posiciones de control.

1.10.1. Información general del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol

El aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG) dispone de dos pistas, una de ellas con los designadores 12-30 y otra con los designadores 13-31, y se encuentra a una elevación de 16 metros. En el momento de los hechos, el aeropuerto se encontraba operando con pista única, siendo la cabecera de pista 13 la activa tanto para despegues como aterrizajes. Esta configuración es la preferente con pista única.

La pista 13-31 tiene unas dimensiones de 3200 m de longitud y 45 m de ancho.

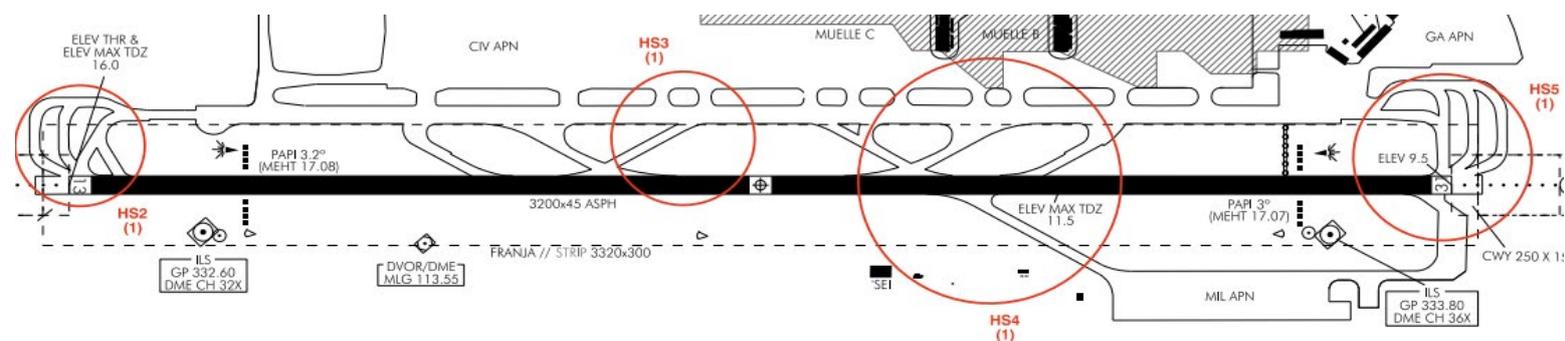


Ilustración 15 Esquema RWY 13/31

Las calles de acceso a la cabecera de pista 13 se representan en el siguiente esquema.

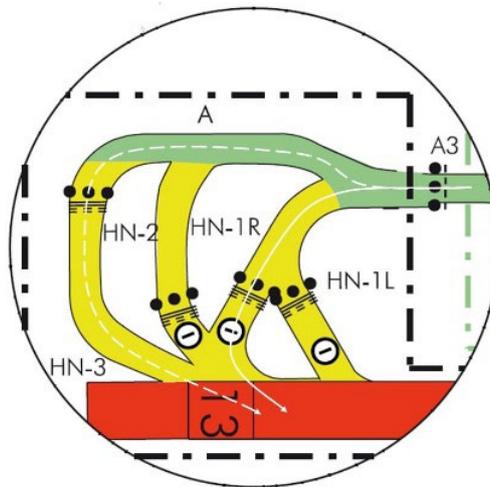


Ilustración 16 Calles de acceso a cabecera de pista 13

Según la información publicada en el AIP, se establecen las siguientes precauciones para la rodadura de aeronaves:

Atendiendo a las incompatibilidades en el apartadero de espera de RWY 13, todas las aeronaves que accedan a RWY 13 rodarán inicialmente hasta el punto de espera intermedio A3.

Para el acceso a RWY 13/31, a menos que ATC indique lo contrario, en el caso de que opere una sola aeronave se usará preferentemente HN-3 o HS-3, según la RWY que esté en servicio.

HN-1R no se usará salvo indicación en contra de ATC.

De la misma manera, en el AIP están publicadas las siguientes restricciones de rodaje:

TWY	HN-1L	HN-2	HN-3
Máximas aeronaves permitidas	D	C	D
	C	(X)	E
	C	E	(X)

Donde se representa por (X) a los puntos de espera no ocupados, por C a aeronaves de envergadura entre 24 y 36 metros, por D aeronaves de envergadura entre 36 y 52 metros, y por E a aeronaves de envergadura entre 52 y 65 metros.

En la información publicada en el AIP, también se recoge un procedimiento de tiempo mínimo de ocupación de pista para salidas de aeronaves:

Los pilotos estarán preparados para salir cuando lleguen al punto de espera de la pista.

Cuando reciban la autorización de alinear, los pilotos deben estar listos para rodar y alinear en pista tan pronto como la aeronave precedente haya comenzado la carrera de despegue o de aterrizaje.

Los pilotos iniciarán la carrera de despegue inmediatamente después de recibir la autorización para despegar.

Los pilotos que no puedan cumplir este requisito, lo comunicarán a ATC lo antes posible y esperarán instrucciones. En caso necesario, ATC podrá cancelar la autorización e instruir a la aeronave a abandonar la pista.

1.10.2. Información sobre la torre de control del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol

Las posiciones de torre de control se distribuyen de la siguiente manera en Málaga-Costa del Sol.

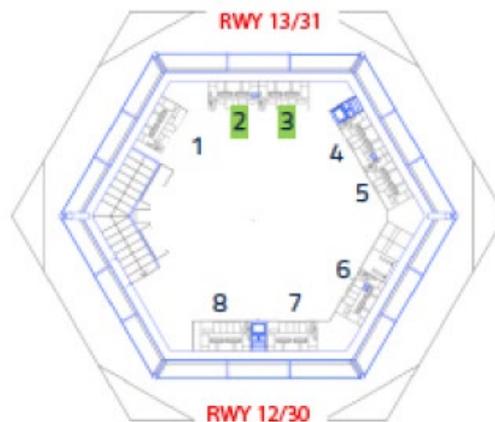


Ilustración 17 Distribución de posiciones en la torre de control LEMG

En el momento del suceso, la configuración del fanal de torre de control era de dos posiciones abiertas. El controlador LCL ocupaba la posición 3 desde las 18:41 UTC. El controlador de GMC-CLD ocupaba la posición 2 desde las 18:56 UTC, ejerciendo funciones de rodadura y autorizaciones.

1.10.3. Información sobre las configuraciones de uso de pista del aeropuerto de Málaga-Costa del Sol

De acuerdo a las disposiciones publicadas en el AIP, en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, las pistas en uso serán seleccionadas según la demanda de tráfico.

Se establece como configuración preferente la configuración Sur, seleccionando una o dos pistas en uso en función del tráfico y la capacidad:

- Configuración Sur dos pistas: Llegadas RWY 12 y Salidas RWY 13
- Configuración Sur una pista: Llegadas y Salidas RWY 13

En el momento del incidente, el aeropuerto operaba en Configuración Sur una pista.

1.11. Registradores de vuelo

La sincronización temporal de los registradores de datos de acceso rápido (QAR) se logró mediante el uso de las comunicaciones de la aeronave con la Torre de Control del aeropuerto.

1.11.1. Registrador de datos de la aeronave EI-ENH

La aeronave EI-ENH con distintivo de llamada RYR75JV estaba equipada con registradores de datos de vuelo (FDR) y de voces en cabina (CVR). Debido al tiempo transcurrido entre el incidente y la notificación de este a la CIAIAC no se pudo recuperar la información del CVR ni del FDR. Sin embargo, sí que fue posible recuperar la información grabada en el registrador de acceso rápido (QAR).

Los datos más relevantes obtenidos del QAR se expresan a continuación:

- Aeronave se establece en punto de espera HN-3

De los datos extraídos, se obtuvo el instante 19:51:47, correspondiente al momento en el que la aeronave se establece en el punto de espera HN-3. Se observa que el parámetro HEADING se mantiene constante en 244° y sin velocidad relativa al terreno.

- Tripulación selecciona potencia para rodar desde el punto de espera HN-3

De los datos extraídos, se obtuvo el instante 19:52:40, correspondiente al momento en el que la tripulación selecciona potencia para rodar. Los parámetros de THROTTLE ANGLE se incrementan hasta la potencia seleccionada por la tripulación para rodaje.

Han transcurrido siete segundos desde la colación de la tripulación, que se produce a las 19:52:33, hasta la selección de la potencia para rodar.

Hasta el instante 19:52:49 (nueve segundos después de la selección de potencia por parte de la tripulación) no se aprecia que los parámetros N1 y GROUND SPEED se encuentran activos, debido al tiempo de reacción físico entre la selección de potencia y el movimiento que se induce en la aeronave.

Se observa que la aeronave llega a alcanzar una velocidad de 14 kt durante el rodaje hasta cabecera de pista.

- Tripulación selecciona potencia de despegue y se alinea en cabecera de pista 13

De los datos extraídos, se obtuvo el instante 19:53:42, correspondiente al momento en el que la tripulación selecciona potencia de despegue. Segundos más tarde, a las 19:53:47 la potencia de despegue es efectiva, y la aeronave se encuentra alineada en cabecera de pista 13 con una velocidad relativa al terreno de 38 kt.

Han transcurrido 58 segundos entre el inicio de movimiento desde el punto de espera HN-3 y la alineación en pista con potencia efectiva de despegue.

- Inicio de la maniobra de rotación

De los datos extraídos, se obtuvo el instante 19:54:11, correspondiente al momento en el que la aeronave despegue el tren delantero de pista y por tanto inicia la maniobra de rotación. En dicho instante, se observa un cambio de status en el parámetro AIR/ GROUND STATUS NOSE GEAR.

Adicionalmente, se observa que la velocidad relativa al terreno (*Ground Speed*) en ese instante era de 143 kt.

- Fin de la maniobra de rotación

De los datos extraídos, se obtuvo el instante 19:54:15, correspondiente al momento en el que la aeronave despegue el tren principal de pista y por tanto finaliza la maniobra de rotación. En dicho instante, se observa un cambio de status en el parámetro AIR/ GROUND STATUS MAIN GEAR. A partir de ese momento, los valores marcados por el radio altímetro comienzan a incrementarse, indicando el ascenso de la aeronave.

Adicionalmente, se observa que la velocidad relativa al terreno (*Ground Speed*) en ese instante era de 157 kt.

1.11.2. Registrador de datos de la aeronave EI-DYR

La aeronave EI-DYR con distintivo de llamada RYR9UD estaba equipada con registradores de datos de vuelo (FDR) y de voces en cabina (CVR). Debido al tiempo transcurrido entre el incidente y la notificación de este a la CIAIAC no se pudo recuperar la información del CVR ni del FDR. Sin embargo, sí que fue posible recuperar la información grabada en el registrador de acceso rápido (QAR).

Los datos más relevantes obtenidos del QAR se expresan a continuación:

- Aeronave a 4 NM del umbral de pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:52:27, correspondiente al momento en el que la aeronave se encuentra a 4NM del umbral de pista, procediendo a través de 1342 ft de radio-altímetro y a una velocidad de 168 kt GS.

- Aeronave a 3,2 NM del umbral de pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:52:46, correspondiente al momento en el que la aeronave se encuentra a 3,2 NM del umbral de pista, procediendo a través de 966 ft de radio-altímetro y a una velocidad de 156 kt GS.

- Aeronave a 1,8 NM del umbral de pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:53:21, correspondiente al momento en el que la aeronave se encuentra a 1,8 NM del umbral de pista, procediendo a través de 593 ft de radio-altímetro y a una velocidad de 144 kt GS.

- Aeronave a 1,5 NM del umbral de pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:53:29, correspondiente al momento en el que la aeronave se encuentra a 1,5 NM del umbral de pista, procediendo a través de 504 ft de radio-altímetro y a una velocidad de 146 kt GS.

- Aeronave a 0,3 NM del umbral de pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:53:59, correspondiente al momento en el que la aeronave se encuentra a 0,3 NM del umbral de pista, procediendo a través de 125 ft de radio-altímetro y a una velocidad de 152 kt GS.

- Tren principal en pista

De los datos extraídos pudo obtenerse el instante 19:54:14, correspondiente al momento en el que la aeronave toca con el tren principal en la pista. En dicho instante, se observa un cambio de *status* en el parámetro AIR/GROUND STATUS MAIN GEAR.

Adicionalmente, se observa que la velocidad relativa al terreno (*Ground Speed*) en ese instante era de 141 kt.

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. Información suministrada por las tripulaciones

Según informó a CIAIAC la tripulación de la aeronave en despegue, con matrícula EI-ENH, el controlador de tránsito aéreo instruyó a la aeronave a mantener corto en RWY 13.

La tripulación, ante la falta de información por parte del controlador de tránsito aéreo del punto de espera al que dirigirse, eligió rodar hasta el punto de espera HN-3, que es el punto de espera más alejado de la cabecera de pista.

Una vez establecidos en el punto de espera HN-3, la tripulación de la aeronave EI-ENH pudo observar las luces correspondientes a dos aeronaves en aproximación, sin embargo, no pudieron juzgar a qué distancia se encontraban debido a que era de noche.

La tripulación de la aeronave manifestó que el controlador de tránsito aéreo les autorizó a alinearse en cabecera de pista 13 y esperar. Unos segundos más tarde, el controlador de tránsito aéreo autorizó a la aeronave a despegue inmediato, cuando todavía no había alcanzado la cabecera de pista.

La tripulación de la aeronave en despegue manifestó que en ningún momento el controlador de tránsito aéreo les proporcionó información sobre la aeronave que se encontraba en corta final.

Cuando la aeronave EI-ENH entraba en la pista, la tripulación escuchó por radio a otra aeronave de la compañía Ryanair informando que se encontraban a 500 ft.

Por su parte, la tripulación de la aeronave EI-DYR, manifestó que recibieron la autorización para aterrizar con tráfico precedente a la vista, cuando se encontraban aproximadamente a 100 ft. La tripulación decidió que lo más seguro era continuar con el aterrizaje puesto que una maniobra de motor y al aire habría terminado en una situación de mayor proximidad y peligro.

1.17. Información sobre organización y gestión

1.17.1. Manual operativo de LEMG – Operaciones en pista única

En el anexo B del *Manual operativo* de LEMG, se describen los procedimientos específicos de la dependencia. En el capítulo 6, se establecen los procedimientos locales de LEMG TWR, en particular las operaciones en pista única:

6.4.5 Operaciones en pista única: separación entre arribadas y salidas autorizadas a despegue inmediato

Con carácter general, se tendrá en consideración que:

- En su caso, la autorización de despegue se expedirá cuando la aeronave esté lista y próxima a la pista, evitando autorizaciones de despegue excesivamente tempranas.
- Puede concederse la autorización de aterrizar a una aeronave sólo si se tiene un grado razonable de seguridad de que la separación reglamentaria existirá cuando dicha aeronave cruce el umbral de la pista en uso.
- Salvo que aplique lo indicado en RCA 4.5.11 o RCA 4.5.15, no se permitirá cruzar el umbral de la pista, en su aproximación final, a ninguna aeronave que vaya a aterrizar hasta que la aeronave precedente en despegue haya cruzado el extremo de la pista en uso o haya iniciado un viraje.
- Se concederá la autorización de aterrizaje con la mayor antelación posible, normalmente antes de que la arribada alcance la posición de 1 NM en final.
- Tan pronto se prevea que la autorización vaya a concederse más tarde, se dará información de tránsito y se instruirá a la aeronave a que continúe aproximación.

Con la mayor antelación posible, una vez valorados los factores anteriores y determinada la viabilidad de la secuencia salida-arribada, el CTA realizará la siguiente secuencia de actuaciones:

1. **Informar a la arribada** de que se va a producir un despegue, o en su caso, de la secuencia en el uso de la pista que puede esperar.
2. Si procede, preguntar si tiene al tráfico en salida a la vista y solicitar que se ajuste.
3. **Informar a la aeronave de salida de la posición que ocupa la arribada y de su velocidad** si se considera necesario, y **preguntar si se encuentra lista para despegue inmediato** (antes de entrar en pista).
4. En caso de que responda afirmativamente, y si se considera que existe un tiempo suficiente para realizar el ajuste, autorizar a despegue inmediato.
5. Vigilar la evolución de ambas aeronaves con los medios disponibles incluido el sistema de vigilancia ATS de modo que, **si se prevé que pueda perderse la separación reglamentaria entre ambas aeronaves, se cancele preferentemente la autorización de despegue**, evitando en lo posible detener el despegue una vez haya iniciado la carrera de despegue.
6. En caso de que, después de dar una autorización de despegue o una autorización de aterrizaje, el CTA advierta que **podiera infringirse la separación reglamentaria** indicada, actuar con la mayor celeridad aplicando las siguientes medidas según sea procedente:
 1. **Cancelar o detener el despegue**, según proceda (ver fraseología en RCA 4.10.3.4.12).
 2. **Motor y al aire** (ver fraseología en RCA 4.10.3.4.19).

1.17.2. Manual operativo de LEMG – Uso del apartadero norte (cabecera 13)

En el anexo B del *Manual operativo* de LEMG, se describen los procedimientos específicos de la dependencia. En el capítulo 6, se establecen los procedimientos locales de LEMG TWR, en particular el uso del apartadero de espera de la cabecera de pista 13.

6.6.3.1 Uso del apartadero norte (cabecera 13)

El apartadero norte (cabecera 13) presenta las siguientes particularidades:

- La barra de parada HN-3 está a una distancia de eje de pista mayor de lo habitual con el fin de garantizar que no se vulneren ni la zona despejada de obstáculos de la superficie de aproximación; ni la superficie de ascenso en el despegue; ni el área crítica/sensible del ILS.
- El acceso a pista para alinear desde HN-3 tiene una pendiente en ascenso que reduce la velocidad de rodaje hasta la pista.

Por ello, cuando dicha cabecera 13 esté en uso y se tengan que hacer ajustes entre arribadas y despegues, LCL tendrá en cuenta:

- Extremar la precaución a la hora de realizar ajustes entre arribadas y salidas desde HN-3.
- Consultar al tráfico de salida si está listo para inmediato, en caso afirmativo, informar de la posición del tráfico de arribada.
- En caso de despegue entre dos arribadas, utilizar siempre la fraseología:

TINAIR 1234, DETRÁS DEL BOEING 737 DE IBERIA EN FINAL, ENTRE Y MANTENGA PISTA 13 Y
ESPERE. DETRÁS.
TINAIR 1234, BEHIND THE BOEING 737 IBERIA ON SHORT FINAL, LINE UP RUNWAY 25 AND WAIT.
BEHIND.

- En caso de que con alta demanda de tráfico haya que ajustar tráficos de salidas y arribadas, sería recomendable utilizar principalmente los apartaderos (HN-2 y HN-1 R/1 L) teniendo en cuenta las incompatibilidades de aeronaves en apartaderos publicadas en AIP-España AD2-LEMG Ítem 20.

1.17.3. Manual operativo de LEMG – Gestión del apartadero de espera

En el anexo B del *Manual operativo* de LEMG, se describen los procedimientos específicos de la dependencia. En el capítulo 6, se establecen los procedimientos locales de LEMG TWR, en particular las configuraciones del campo de vuelos.

Según se indica, en la configuración SUR-UNA PISTA, el apartadero de espera y la gestión y asignación de calle de acceso a pista es responsabilidad de la posición LCL. De esta manera, el controlador de tránsito aéreo de la posición GMC, transferirá a las aeronaves a LCL cuando estas estén llegando a A3 para que LCL pueda organizar la secuencia de despegues.

1.17.4. Procedimiento de Control de Afluencia en LEMG

La Capacidad ATC (TWR) se refiere al número de operaciones por unidad de tiempo que se puede gestionar por la torre de control, teniendo en cuenta las posiciones de control, las infraestructuras y los medios técnicos asociados.

La Capacidad ATC (APP) se refiere al número de aeronaves que pueden ser aceptadas por un período de tiempo determinado dentro del espacio aéreo de manera segura.

Capacidad aeroportuaria se refiere al número de operaciones (llegadas, salidas y totales) asociada a la infraestructura aeroportuaria del campo de vuelos y al sistema de pistas. Esta capacidad la determina AENA como gestor aeroportuario.

La Capacidad Declarada es la máxima afluencia de tránsito alcanzable en una unidad de tiempo específica que cabe mantener a lo largo de un tiempo, de conformidad con los requisitos en materia de seguridad.

La Capacidad Máxima es la máxima afluencia de tránsito alcanzable en una unidad de tiempo especificada, normalmente una hora, pero que no se mantiene durante un largo período. Se calcula incrementando un 10% la capacidad declarada, durante un período de tiempo no superior a una hora.

Con motivo de determinar la Capacidad Declarada en cada período de tiempo se toma el menor de entre los tres valores siguientes:

- Capacidad ATC (TWR)
- Capacidad ATC (APP)
- Capacidad aeroportuaria

Informe técnico IN-049/2019

La capacidad ATC (APP) definida por ENAIRE en los diferentes sectores que conforman Málaga Aproximación, es la siguiente:

REGIÓN SUR			
MÁLAGA APROXIMACIÓN			
SECTOR	VOL	CAP	OBSERVACIONES
LEMGANM SFC - FL145	MGSUR	30	Sector Elemental. Se reduce la capacidad a 25, por Área de Bloqueo con dos pistas. Se reduce la capacidad a 25 con pista única.]
	MGW		
LEMGAPM SFC - FL145	MGCEN	25	
	MGE		
	MGSUR		
	MGW		
LEMGASM SFC - FL145	MGCEN	30	Sector Elemental. Se reduce la capacidad a 25 con pista única.
	MGW		
LEMGDNM SFC - FL145	MGCEN	30	Sector Elemental. Se reduce la capacidad a 25 con pista única.
	MGE		
LEMGDSM SFC - FL145	MGE	30	Sector Elemental. Se reduce la capacidad a 25 con pista única.
	MGSUR		

Según se desprende de la tabla anterior, en el caso que nos ocupa de configuración con pista única, la capacidad ATC (APP) es de 25 operaciones por hora.

La capacidad ATC (TWR) definida por ENAIRE para Málaga-Costa del Sol es la siguiente:

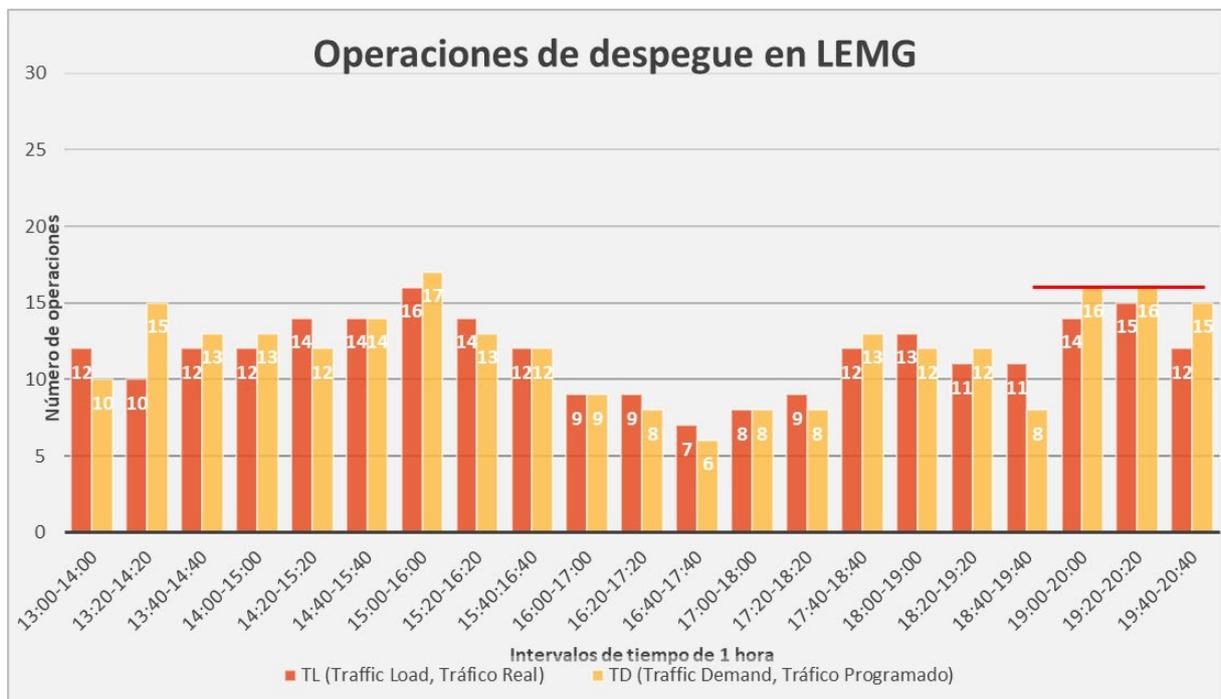
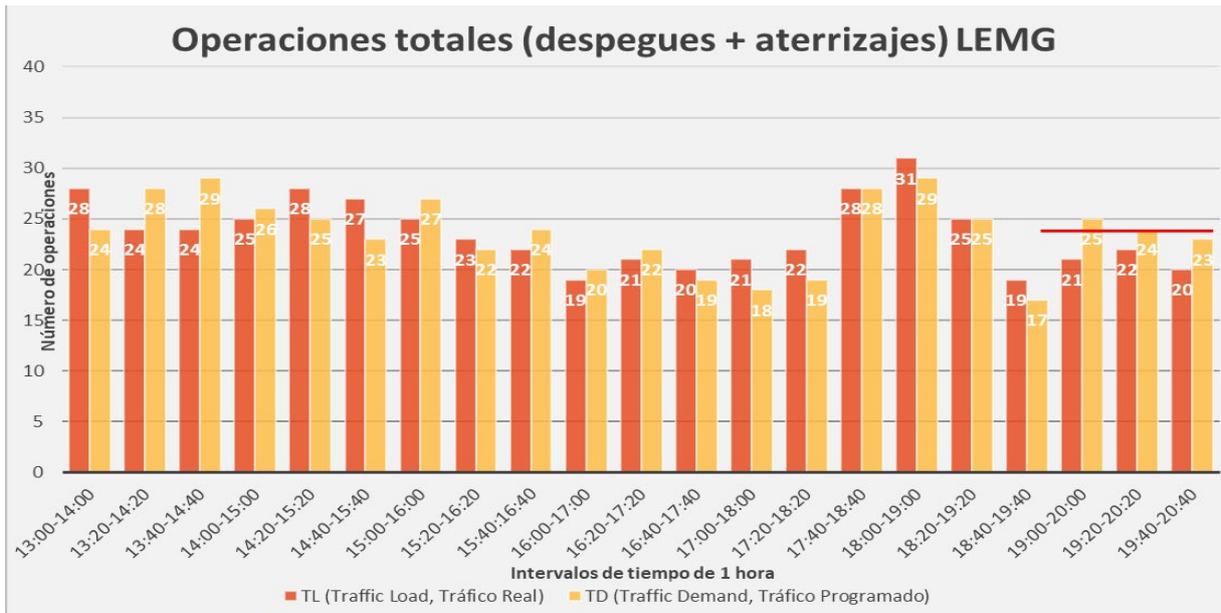
Servicio de control de tránsito aéreo prestado	Número de pistas	Número de posiciones de control abiertas	Número de movimientos IFR por hora		
			Totales	Llegadas	Salidas
Aeródromo	2	5	60	35	35
		4	50	28	28
		3	35	19	19
		2	23	14	14
	1	3	37	24	24
		2	24	16	16
		1	12	8	8

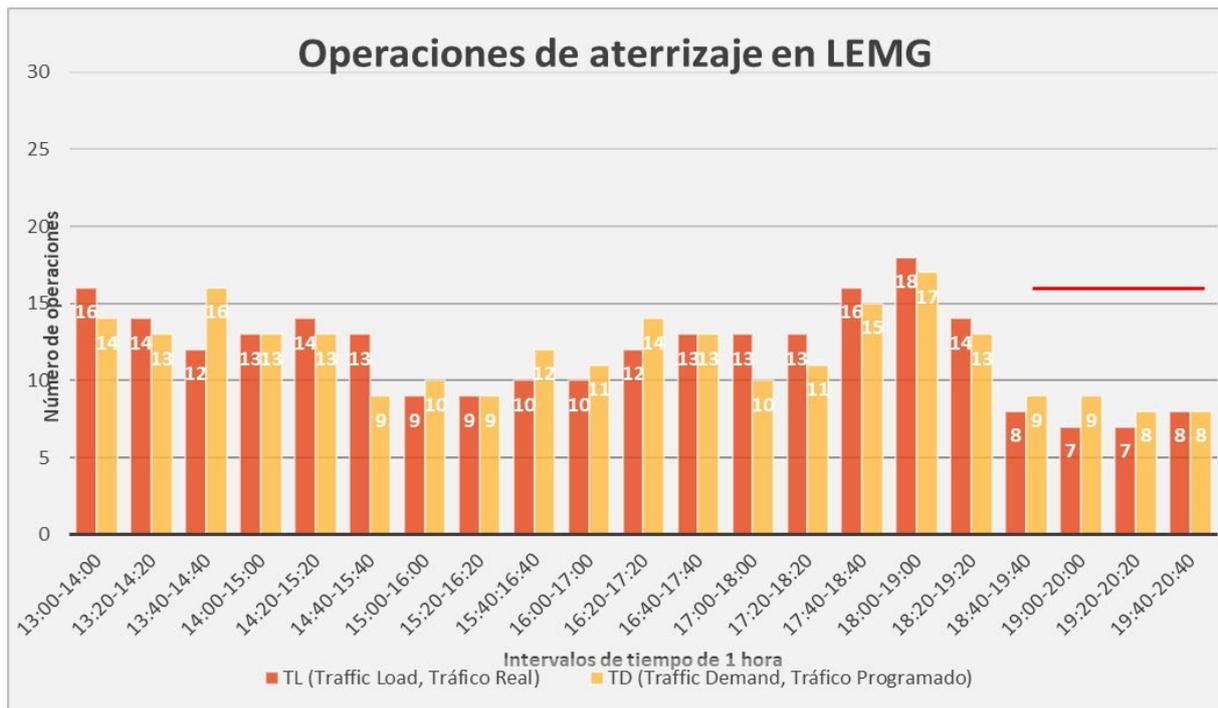
Según se desprende de la tabla anterior, en el caso de operar con pista única con dos posiciones de control abiertas, la capacidad ATC es de 24 operaciones totales por hora, 16 salidas por hora y 16 llegadas por hora.

Por lo tanto, para el caso que nos ocupa de una pista abierta y dos posiciones de control, la capacidad más restrictiva es la Capacidad ATC (TWR) que será considerada como Capacidad Declarada.

La información de capacidad proporcionada por ENAIRE al respecto de los datos de tráfico (arribadas y despegues) en Málaga-Costa del Sol el día del incidente (11 septiembre de 2019), se analiza en los siguientes gráficos, donde se recogen los siguientes parámetros:

- Tráfico real
- Tráfico programado
- Límite en rojo: Capacidad declarada a las 19:50 UTC (24 operaciones totales/hora, 16 salidas/hora y 16 llegadas/hora)





1.18. Información adicional

1.18.1. Sucesos similares ocurridos en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol

A continuación, se recogen los sucesos acaecidos en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, desde 2019 a la actualidad, en los que se reduce la separación entre aeronaves (bien sea entre arribadas y despegues o entre arribadas únicamente) en configuración de pista única:

Informe técnico IN-049/2019

Se clasifican en dos grupos:

En el primer grupo, aquellos sucesos en los que, debido a la reducción de la separación entre aeronaves, ha sido necesaria una intervención ATC para evitar que ambas aeronaves coincidieran simultáneamente sobre la pista.

Fecha	Distancia	Severidad	Comentario
01/01/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
04/02/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
17/03/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
08/08/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
07/10/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
26/12/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
03/01/2020	-	-	Insuficiente separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
23/01/2020	-	-	Insuficiente separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
14/02/2020	-	-	Insuficiente separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
28/02/2020	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
12/09/2020	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
01/10/2020	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)
22/12/2020	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA ATC)

Informe técnico IN-049/2019

En el segundo grupo, aquellos sucesos en los que, debido a la reducción de la separación entre aeronaves, ha sido necesaria una maniobra de motor y al aire a iniciativa de la tripulación de vuelo o las aeronaves han llegado a coincidir simultáneamente sobre la pista.

Fecha	Distancia	Severidad	Comentario
23/01/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA A/C)
26/04/2019	0,6 NM & 400 ft	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA A/C)
17/07/2019	-	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA A/C)
11/09/2019	519 m	Severidad CEANITA A3 (Incidente grave)	Pérdida de separación entre arribada y despegue
15/09/2019	0,8 NM	Severidad CEANITA B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación entre arribada y despegue
24/09/2019	0,4 NM	Severidad CEANITA B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación entre arribada y despegue
27/09/2019	0,87 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
11/10/2019	0,5 NM & 1000 ft	-	Motor y al aire A/C por insuficiente separación (INICIATIVA A/C)
22/10/2019	1,3 NM	Severidad ENAIRE C3 (Incidente significativo)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
25/10/2019	0,79 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
26/10/2019	1,3 NM	Severidad ENAIRE C3 (Incidente significativo)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
30/10/2019	1,24 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
07/11/2019	1,23 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
21/02/2020	-	-	Incurción en pista por presencia simultánea de 2 arribadas
12/03/2020	0,9 NM	-	Pérdida de separación detectada mediante herramientas automáticas de ENAIRE
19/07/2020	0,9 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación entre arribada y despegue
15/08/2020	1,3 NM	-	Pérdida de separación entre arribada y despegue
15/08/2020	1,2 NM	-	Pérdida de separación entre arribada y despegue
18/09/2020	1,3 NM & 500 ft	-	Pérdida de separación entre arribada y despegue
23/10/2020	0,9 NM	Severidad ENAIRE B3 (Incidente mayor)	Pérdida de separación entre arribada y despegue
31/10/2020	1,5 NM	Severidad ENAIRE C1 (Incidente significativo)	Pérdida de separación entre arribada y despegue

Se observan 34 sucesos reportados al Sistema Nacional de Sucesos desde 2019, en los que se involucra pérdida de separación entre aeronaves en configuración de pista única.

De entre ellos, cuatro sucesos señalados en color amarillo reflejan una maniobra de motor y al aire realizada por la aeronave en aproximación, a iniciativa de la propia tripulación de vuelo.

De igual manera, se señala en color rojo, ocho sucesos en los cuales la distancia entre aeronave en aterrizaje y en despegue fue inferior a 1NM.

1.18.2. Factores de influencia detectados por ENAIRE

A partir de las investigaciones internas realizadas por ENAIRE, según la organización, se han detectado factores individuales y factores sistémicos en los casos analizados. De igual manera, según ENAIRE se han detectado modos de trabajo relativamente extendidos asociados a los ajustes entre tráficos como una subcultura en la dependencia.

Los aspectos sistémicos detectados por ENAIRE se resumen a continuación:

- Factores históricos: Procedimientos de separación reducida en pista aplicados hasta el año 2017 en la dependencia de Málaga que conllevan a inercia en modos de trabajo.
- Factores organizacionales: El plan de formación de unidad ATC no refleja escenarios de entrenamiento específicos en cambio de plan ni estrategias de mitigación de sesgos cognitivos. No es exigido específicamente por la normativa. Así mismo, el manual operativo refleja guías generales para separación entre salidas y arribadas, pero no incluye criterios concretos sobre si se permite realizar o no esos ajustes.
- Factores proximales a eventos: Presión operacional en las salidas, presión auto inducida para aprovechamiento de huecos en las arribadas y tendencia a emplear huecos nominales de 7NM para dos salidas.
- Factores humanos: Sesgo de expectativa sobre la respuesta de las tripulaciones a autorización de despegue inmediato, sesgo de continuidad del plan, aversión a la instrucción de cancelación de autorización de despegue y deficiente percepción del riesgo al no considerarse sucesos a notificar las separaciones inferiores a una pista.

1.18.3. Acciones correctivas aplicadas por ENAIRE

El 24 de octubre de 2019, entró en vigor el primer "Plan de acción LEMG" elaborado por ENAIRE. Tras haber registrado incidentes de severidad alta en los que se produjo una pérdida de separación entre tráficos operando en la misma pista, ENAIRE propuso dicho plan de acciones con el objetivo de monitorizar las operaciones en LEMG e identificar posibles factores sistémicos que hayan contribuido a la ocurrencia de estos sucesos.

Informe técnico IN-049/2019

En un análisis preliminar, ENAIRE detectó situaciones no notificadas, en las que se vulneraron de manera significativa los márgenes de seguridad. Por ello, ENAIRE decidió apoyarse con una herramienta de detección automática de separación entre aeronaves, de manera que se detectaran automáticamente las pérdidas de separación ocurridas.

ENAIRE estableció once acciones correctivas, finalizando la última de ellas en febrero de 2020. La implantación de las medidas correctivas se recoge en la siguiente tabla:

Código	Acción	Fecha
AC1	Comunicación a actores	
AC2	Reunión con responsable ATS LEMG	Noviembre 2019
AC3	Seguimiento semiautomática de operaciones	Diciembre 2019
AC4	Apertura investigaciones	Diciembre 2019
AC5	Observaciones operación real	Diciembre 2019
AC6	Reunión supervisores	Noviembre 2019
AC7	Reunión instructores	Noviembre 2019
AC8	Divulgación criterios DSEGU	Noviembre 2019
AC9	Refuerzo cultura	Febrero 2020
AC10	Petición estandarizada notificación	Noviembre 2019
AC11	Feedback en la dependencia	Febrero 2020

Como consecuencia de una serie de incidentes en julio de 2020, en los que los márgenes de seguridad entre una arribada y un despegue precedente se vieron afectados, ENAIRE impulsó un segundo paquete de acciones que entró en vigor el 8 de octubre de 2020. Las acciones se estructuraron en tres grandes bloques:

- Divulgación y concienciación
- Apoyo a la operación
- Refuerzo operativo en fanal

Acciones de divulgación y concienciación		
Código	Acción	Fecha
DIV1	Reuniones de seguimiento	Diciembre 2020
DIV2	Presentaciones EAPPRI / RAT	Enero 2021
DIV3	Presentaciones sesgos cognitivos y percepción riesgo	Febrero 2021
DIV4	Material documental de referencia	Enero 2021

Acciones de apoyo a la operación		
Código	Acción	Fecha
OPS1	Recomendaciones basadas en tiempos y distancias	Octubre 2020
OPS2	Guía general recomendaciones	Octubre 2020
OPS3	Guía recomendaciones específica LEMG	Noviembre 2020
OPS4	Criterio apoyo toma de decisiones pista única	Noviembre 2020
OPS5	Divulgación / formación sobre guía recomendaciones	Febrero 2021
OPS6	Divulgación compañías aéreas	Diciembre 2020

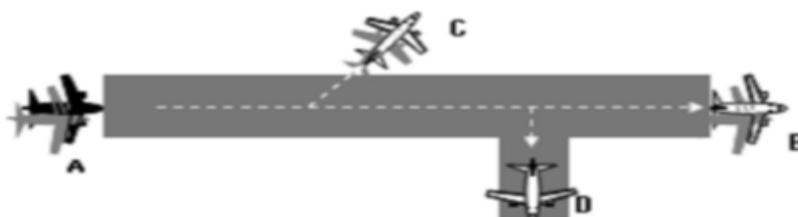
Acciones de refuerzo operativo en fanal		
Código	Acción	Fecha
REF1	Comunicaciones a supervisores	Noviembre 2020
REF2	Técnico ATC	Septiembre 2020
REF3	<i>Briefings</i>	Diciembre 2020
REF4	Impresión de las guías	Diciembre 2020

1.18.4. Disposiciones del Reglamento de Circulación Aérea relativas a separación de aeronaves que utilizan la misma pista

El texto consolidado del *Reglamento de Circulación Aérea* (Real Decreto 57/2002 de 18 de enero), establece en su Libro Cuarto los procedimientos para los servicios de navegación aérea. En concreto, en su capítulo 5 (servicio de control de aeródromo) se establecen las disposiciones de separación de aeronaves que utilizan la misma pista.

Disposición 4.5.10.1.1:

no se permitirá, en general, cruzar el umbral de la pista, en su aproximación final, a ninguna aeronave que vaya a aterrizar hasta que la aeronave precedente en despegue haya cruzado el extremo de la pista en uso (B), o haya iniciado un viraje (C) o hasta que todas las aeronaves que acaben de aterrizar (D) hayan dejado la pista libre



1.18.5. Manual OACI sobre la prevención de incursiones en pista

El Manual sobre la prevención de incursiones en pista, elaborado por OACI (Doc 9870), en su apéndice C "Mejores prácticas de control de tránsito aéreo" establece las siguientes prácticas para evitar las incursiones en pista:

- Instrucciones de rodaje:

Las instrucciones de rodaje que emite un controlador deben siempre incluir un límite de autorización, que es el punto donde la aeronave debe detenerse hasta recibir una instrucción para proseguir.

1.18.6. Recomendaciones y buenas prácticas para mitigar la posible separación inadecuada entre salidas instrumentales o visuales y aproximaciones frustradas

La Agencia Estatal de Seguridad Aérea, AESA, publica el documento RECS-2015/003/2.0 con recomendaciones y buenas prácticas para minimizar la ocurrencia de separaciones inadecuadas, en aquellos casos en los que no se tenga un grado razonable de seguridad de que la separación reglamentaria exista entre el tráfico de salida y el tráfico en llegada.

Entre las recomendaciones y buenas prácticas se encuentran las siguientes dirigidas a los proveedores de servicio ATC:

SE RECOMIENDA al servicio de control de aeródromo que, si aprecia que la distancia entre la aeronave que se aproxima y la autorizada para despegue se está reduciendo considerablemente, previendo que se pueda vulnerar la separación reglamentaria en pista, se cancele el despegue y se instruya frustrar a la aeronave en aproximación, evitando cancelaciones, en la medida de lo posible, durante la carrera de despegue.

SE RECOMIENDA al servicio de control de aeródromo que, cuando pretenda autorizar una salida, encontrándose otro tráfico en aproximación, y prevea que la separación entre ambos no vaya a ser muy superior a la mínima establecida, consulte con la aeronave en salida antes de autorizarle a entrar en pista. De este modo aumentará la certidumbre a la hora de organizar la secuencia de pista y se hará con mayor seguridad.

SE RECOMIENDA a los Proveedores de Navegación Aérea de Control de Aeródromo que elaboren e incluyan en los Manuales Operativos de las dependencias de Torre procedimientos, criterios de actuación y buenas prácticas aplicables a la gestión de separaciones entre salidas autorizadas a despegue inmediato y arribadas, en operaciones por pista única.

1.19. Técnicas de investigación útiles o eficaces

No es de aplicación.

2. ANÁLISIS

Se considera relevante analizar los siguientes aspectos:

- Situación meteorológica
- Operación
- Capacidad
- Repetitividad de sucesos

2.1. Análisis de la situación meteorológica

Las condiciones meteorológicas existentes en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, en el entorno horario en el que se produjo el suceso (19:50 UTC), eran de condiciones nocturnas al haber transcurrido 1 h y 16 minutos desde el ocaso, que se produjo a las 18:34 UTC.

La tripulación de la aeronave en despegue EI-ENH, que se encontraba en el punto de espera HN-3, pudo observar las luces de las aeronaves en aproximación, pero resultó imposible que juzgara la distancia a la cual se encontraban debido a que era completamente de noche.

Por lo tanto, la tripulación de la aeronave en despegue, siguió las indicaciones del controlador de tránsito aéreo de la posición LCL para incorporarse a la cabecera de pista 13 desde el punto de espera, a pesar de apreciar visualmente las luces de aeronaves en aproximación, puesto que era imposible juzgar la distancia a la que se encontraban.

2.2. Análisis de la operación

A continuación, se analizan en detalle las diferentes etapas de los vuelos: rodaje, alineado y despegue de aeronave con matrícula EI-ENH, y aterrizaje de la aeronave con matrícula EI-DYR.

2.2.1. Análisis del rodaje

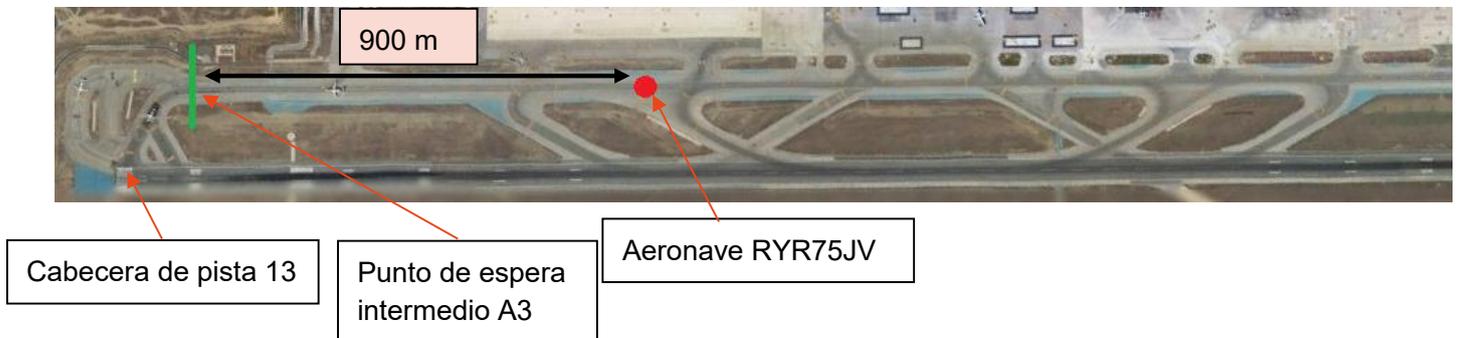
Según se indica en el *Manual operativo* de LEMG, el controlador de tránsito aéreo de la posición GMC, debe transferir a las aeronaves a la posición LCL cuando estas estén llegando al punto de espera intermedio A3 para que el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL pueda organizar la secuencia de despegues.

Según los registros de comunicaciones en frecuencia 121.705 MHz mantenidas entre la torre de control y la aeronave EI-ENH (distintivo de llamada RYR75JV), el controlador de tránsito aéreo de la posición GMC no instruyó a la aeronave a rodar hasta el punto de espera intermedio A3, sino que instruyó a la aeronave a rodar hasta el punto de espera de cabecera de pista 13, sin especificar el punto de espera en concreto. Esta instrucción

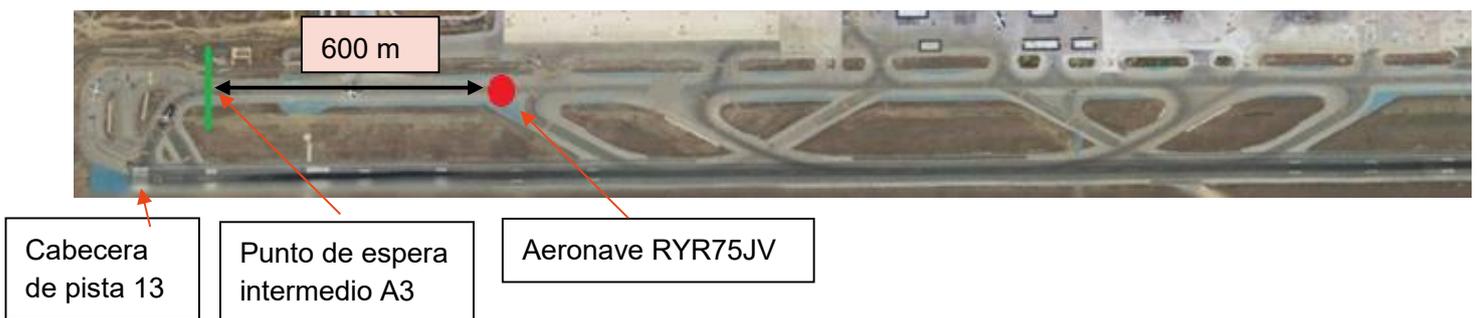
se produjo cuando la aeronave se encontraba aún a 900 m de distancia del punto de espera intermedio A3.

Según se indica en el *Manual operativo* de LEMG (“Gestión del apartadero de espera”), en donde se describen los procedimientos específicos de la dependencia, en configuración de pistas en uso SUR-UNA PISTA, la gestión y asignación de calle de acceso a pista es responsabilidad del controlador de tránsito aéreo de la posición LCL, por lo que el controlador de tránsito aéreo de la posición GMC debe transferir a las aeronaves a LCL cuando estas estén llegando a A3.

En la siguiente imagen, se observa la posición de la aeronave cuando recibe la instrucción por parte del controlador de tránsito aéreo de la posición GMC de rodar al punto de espera de cabecera de pista 13 (19:49:19 UTC).



A las 19:49:49 UTC, treinta segundos después de la última comunicación de la aeronave con la posición GMC, el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL, instruyó a la aeronave RYR75JV a mantener corto en pista 13. En este instante, la aeronave RYR75JV se encontraba a 600 m del punto de espera intermedio A3.



La tripulación, ante la falta de información del punto de espera al que dirigirse, eligió rodar hasta el punto de espera HN-3, que es el punto de espera más alejado de la cabecera de pista.

Esta decisión de la tripulación es coherente con la información contenida en el AIP, donde se refleja lo siguiente: *Para el acceso a RWY 13/31, a menos que ATC indique lo contrario, en el caso de que opere una sola aeronave se usará preferentemente HN-3 o HS-3, según la RWY que esté en servicio.*

El punto de espera HN-3 es el más alejado de la cabecera de pista y adicionalmente posee una pendiente positiva lo cual aumenta significativamente el tiempo de acceso a pista comparado con los otros puntos de espera.

La traza radar muestra la llegada de la aeronave, con distintivo de llamada RYR75JV, a la señal del punto de espera HN-3, a las 19:51:47 UTC.

Según se establece en el *Manual sobre la prevención de incursiones en pista* de OACI, DOC 9870:

Las instrucciones de rodaje que emite un controlador deben siempre incluir un límite de autorización, que es el punto donde la aeronave debe detenerse hasta recibir una instrucción para proseguir.

En el incidente analizado, el controlador de tránsito aéreo de la posición GMC no especificó a la aeronave el punto de espera intermedio A3 en su instrucción de rodaje. Por su parte, el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL tampoco especificó el punto de espera HN-3 en su instrucción de rodaje, por lo que dejaron la elección del punto de espera a discreción de la tripulación de vuelo.

El tiempo de acceso a pista desde el punto de espera HN-1L o HN-2, se reduce significativamente con respecto al tiempo necesario para acceder desde HN-3. Conociendo que la envergadura de la aeronave en despegue, Boeing 737-800, es de 35,8 m, el controlador de tránsito aéreo de la posición LCL tuvo la oportunidad de haber instruido el rodaje de la aeronave a cualquiera de estos puntos de espera, con objeto de reducir el tiempo necesario de acceso a pista. Sin embargo, al dejar la elección del punto de espera a discreción de la tripulación de vuelo, el tiempo de acceso a pista se incrementó considerablemente.

2.2.2. Análisis del alineado y despegue

El controlador de la posición LCL, planificó aprovechar el hueco de 6NM entre dos aproximaciones, para autorizar el despegue de la aeronave EI-ENH con distintivo de llamada RYR75JV. En la siguiente figura se representan las posiciones relativas de las aeronaves a las 19:51:17 UTC.



A las 19:52:27 UTC, instruyó a la aeronave RYR75JV que se alineara en pista y esperara, cuando en ese instante la aeronave en aproximación RYR9UD se encontraba establecida en final a una distancia de 3,9 NM del umbral de pista RWY 13. En la siguiente imagen se representan las posiciones relativas de las aeronaves.



La tripulación de la aeronave RYR75JV, tardó seis segundos en colacionar la instrucción de alinearse y siete segundos más en seleccionar la potencia para rodar. Debido al tiempo de reacción entre la selección de potencia y el movimiento inducido en la aeronave, fue a las 19:52:49 UTC cuando se aprecian activos los parámetros N1 y GROUND SPEED. Con estos datos, no se considera significativa ni excesiva la demora en las acciones llevadas a cabo por parte de la tripulación.

A las 19:52:46 UTC, 19 segundos después de instruir a alinear y esperar, el controlador de tránsito aéreo autorizó a la aeronave RYR75JV a despegue en carrera inmediato, cuando la aeronave en final se encontraba a 3,1 NM del umbral de RWY 13.

La aeronave RYR75JV tarda 58 segundos entre el inicio de movimiento desde el punto de espera HN-3 y la alineación en pista con potencia efectiva de despegue, llegando a alcanzar una velocidad de 14 kt durante el rodaje hasta cabecera de pista, y sin detenerse en ningún momento. Teniendo en cuenta la información del *Manual operativo* de LEMG, en el que se indica que el punto de espera HN-3 se encuentra a una distancia de eje de pista mayor de lo habitual y que el acceso tiene una pendiente en ascenso que reduce la velocidad de rodaje hasta pista, se considera que no hubo una demora significativa ni excesiva por parte de la tripulación en alcanzar el umbral de pista para el despegue.

Los siguientes factores se consideran determinantes para que las aeronaves redujeran su separación:

- Planificación, por parte del controlador de tránsito aéreo, de aprovechar un hueco de 6NM entre dos aeronaves, para autorizar el despegue a otra aeronave establecida en el punto de espera HN-3.
- Instrucción, por parte del controlador de tránsito aéreo, para alinear a una aeronave situada en HN-3, cuando la aeronave en aproximación se encontraba a menos de 4NM.
- Autorización, por parte del controlador de tránsito aéreo, a despegue inmediato a una aeronave que se encontraba establecida en HN-3, cuando la aeronave en aproximación se encontraba a 3,1 NM.

El *Manual operativo* de LEMG, en su Anexo B de procedimientos específicos de la dependencia, establece las siguientes indicaciones del uso del apartadero norte (cabecera 13):

- Extremar la precaución a la hora de realizar ajustes entre arribadas.
- Consultar al tráfico de salida si está listo para inmediato, en caso afirmativo, informar de la posición del tráfico de arribada.
- En caso de que con alta demanda de tráfico haya que ajustar tráficos de salidas y arribadas, sería recomendable utilizar principalmente los apartaderos de espera HN-2 y HN-1.

La Agencia Estatal de Seguridad Aérea, AESA, por su parte, publica el documento RECS-2015/003/2.0 con recomendaciones y buenas prácticas para minimizar la ocurrencia de separaciones inadecuadas entre el tráfico de salida y el tráfico en llegada. En concreto recoge la recomendación siguiente:

SE RECOMIENDA al servicio de control de aeródromo que, cuando pretenda autorizar una salida, encontrándose otro tráfico en aproximación, y prevea que la separación entre ambos no vaya a ser muy superior a la mínima establecida, consulte con la aeronave en salida antes de autorizarle a entrar en pista. De este modo aumentará la certidumbre a la hora de organizar la secuencia de pista y se hará con mayor seguridad.

En el incidente analizado, el controlador de tránsito aéreo no tuvo en consideración las indicaciones del *Manual operativo* de LEMG ni tampoco las recomendaciones de AESA, arriba mencionadas. El punto de espera HN-3 fue elegido por parte de la tripulación ante la falta de instrucción concreta por parte de los controladores de tránsito aéreo, no se consultó al tráfico de salida si estaba listo para despegue inmediato ni tampoco se informó de la posición del tráfico de arribada. Adicionalmente, el controlador de tránsito aéreo, tuvo la oportunidad de cancelar el despegue de la aeronave EI-ENH sabiendo que la aeronave en aproximación se encontraba a 3,1 NM, sin embargo, en lugar de ello decidió autorizarle a despegue inmediato.

2.2.3. Análisis del aterrizaje

La aeronave EI-DYR, con indicativo de llamada RYR9UD, que se encontraba en aproximación, a las 19:53:21 UTC, notificó al controlador de tránsito aéreo que se encontraban procediendo a 500 ft. El controlador de tránsito aéreo respondió a la aeronave RYR9UD instruyéndola que continuara y esperara autorización tardía de aterrizaje.

En ese momento, la aeronave RYR9UD se encontraba establecida en final a 1,7 NM del umbral de pista y la aeronave RYR75JV se encontraba rodando hacia la RWY 13. El controlador de tránsito aéreo no reconoció una situación de peligro próxima derivada de la pérdida de separación reglamentaria, y continuó con el plan inicial, instruyendo a continuar a la aeronave en aproximación y sin informar a la aeronave en despegue.

Puesto que el tráfico en arribada se encontraba a 1,7NM del umbral de pista y que la aeronave en despegue se encontraba a mitad de recorrido entre el punto de espera y el umbral de pista, con objeto de evitar una pérdida de separación y, por tanto, evitar una situación de peligro entre arribada y despegue en configuración de pista única, el controlador de tránsito aéreo tuvo la oportunidad de frustrar al tráfico en arribada y cancelar el despegue de la aeronave que se encontraba rodando, tal y como se recoge en el documento RECS-2015/003/2.0 publicado por AESA, donde se recomienda lo siguiente:

SE RECOMIENDA al servicio de control de aeródromo que, si aprecia que la distancia entre la aeronave que se aproxima y la autorizada para despegue se está reduciendo considerablemente, previendo que se pueda vulnerar la separación reglamentaria en pista, se cancele el despegue y se instruya frustrar a la aeronave en aproximación, evitando cancelaciones, en la medida de lo posible, durante la carrera de despegue.

Sin embargo, a las 19:53:59 UTC, el controlador LCL TWR LEMG autorizó a la aeronave RYR9UD a aterrizar con el tráfico precedente a la vista en la pista 13, cuando se encontraba establecida en corta final de la RWY 13 a 200 ft de altitud AMSL y la aeronave RYR75JV se encontraba en carrera de despegue en la RWY 13 a una velocidad de 90 kt (GS). La distancia entre ambas aeronaves era de 0.4 NM.

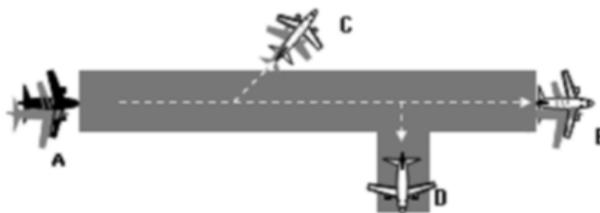


Según se establece en el *Manual operativo* de LEMG, en su Anexo B donde se describen los procedimientos específicos de la dependencia, se indica que, en las operaciones en pista única, con objeto de separar arribadas y despegues con salida inmediata, se tendrá en consideración:

- Autorización a aterrizar: solo si se tiene un grado razonable de seguridad de que la separación reglamentaria existirá cuando dicha aeronave cruce el umbral de pista en uso.
- No se permitirá cruzar el umbral de pista, en su aproximación final, a ninguna aeronave que vaya a aterrizar hasta que la aeronave precedente en despegue haya cruzado el extremo de la pista en uso.
- Se concederá la autorización de aterrizaje con la mayor antelación posible, normalmente antes de que la arribada alcance la posición de 1NM en final.

En el incidente analizado, el controlador de tránsito aéreo no tuvo en consideración ninguna de las tres indicaciones arriba mencionadas, ni tampoco se respetó la disposición 4.5.10.1.1 del *Reglamento de Circulación Aérea*, que establece lo siguiente:

no se permitirá, en general, cruzar el umbral de la pista, en su aproximación final, a ninguna aeronave que vaya a aterrizar hasta que la aeronave precedente en despegue haya cruzado el extremo de la pista en uso (B), o haya iniciado un viraje (C) o hasta que todas las aeronaves que acaben de aterrizar (D) hayan dejado la pista libre.



Se autorizó el aterrizaje cuando la aeronave se encontraba prácticamente sobre el umbral de pista, permitiendo cruzar dicho umbral a la aeronave en aterrizaje cuando la aeronave en despegue se encontraba sobre la pista. Tampoco se tenía ningún grado de seguridad de que la separación reglamentaria se podría mantener, al poseer una velocidad mayor la aeronave en aproximación que la aeronave en despegue, reduciendo cada vez más la separación entre las aeronaves. El controlador de tránsito aéreo no supo anticipar la separación requerida entre las aeronaves.

2.2.4. Análisis de la mínima separación entre aeronaves

A partir de los datos obtenidos de los registradores de vuelo, se ha determinado el momento en el que la aeronave en aterrizaje, con matrícula EI-DYR, toca la pista por primera vez con el tren principal de aterrizaje. Dicho instante (19:54:14 UTC) se ha representado en el siguiente gráfico, donde se muestra en rojo la trayectoria de la aeronave en aterrizaje y en azul la trayectoria de la aeronave en despegue.



Ilustración 18 Trayectorias aeronaves en el momento del aterrizaje

La aeronave en aterrizaje, EI-DYR, tocó la pista con una velocidad relativa al terreno de 141 kt. Por su parte, la aeronave EI-ENH, se encontraba en carrera de despegue durante la rotación, con una velocidad relativa al terreno de 157 kt. La distancia entre ambas aeronaves era de 520 m (0,28 NM). En este instante se alcanza la mínima separación entre ambas aeronaves.

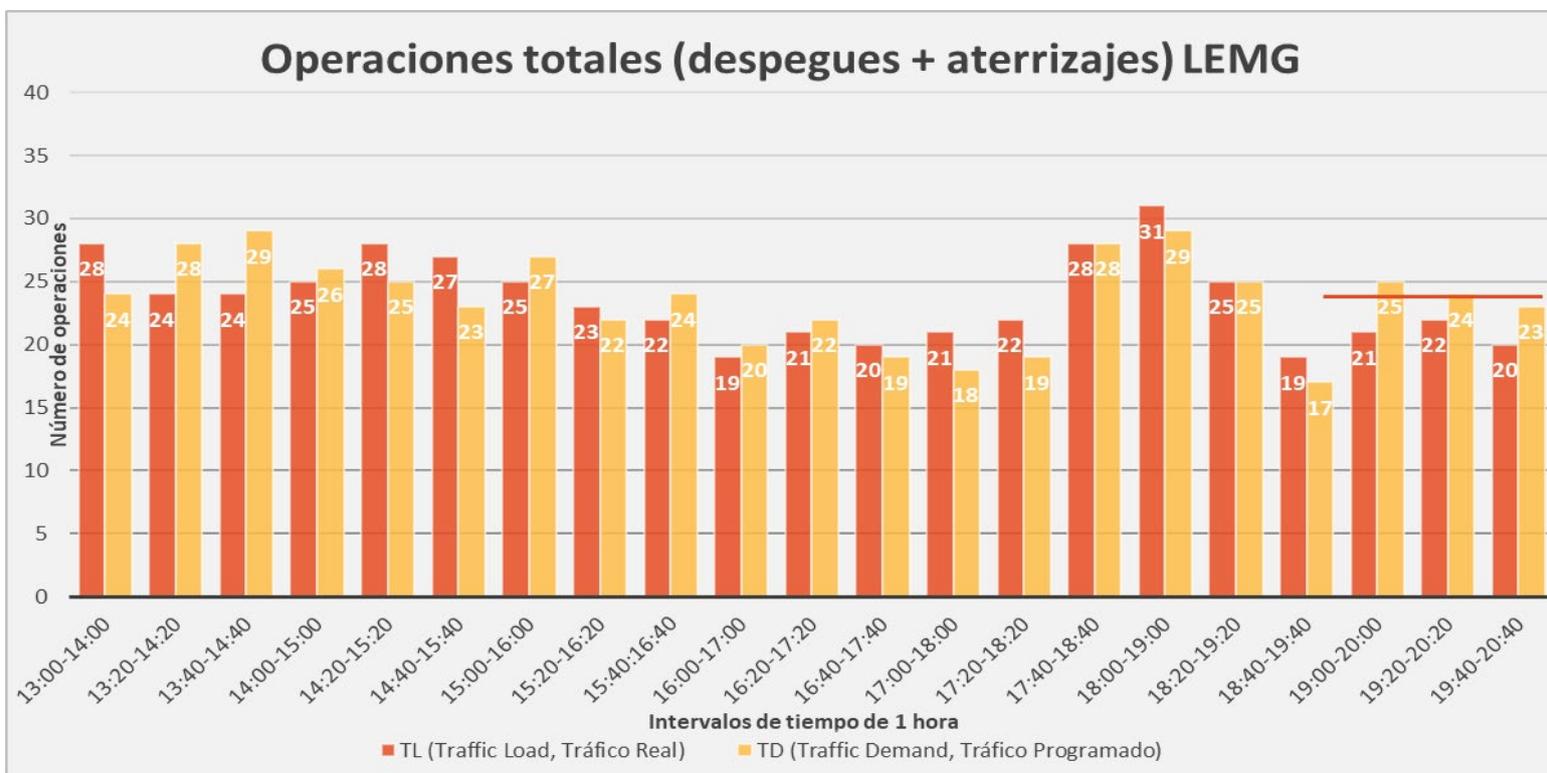
Según la disposición 4.5.10.1.1 del *Reglamento de Circulación Aérea*, la mínima separación debería de haber sido, al menos, de una pista en uso, es decir de 3200 m (1,7 NM). Por lo tanto, la separación entre las aeronaves se redujo aproximadamente hasta el 16% de la mínima reglamentaria.

2.3. Análisis de la capacidad

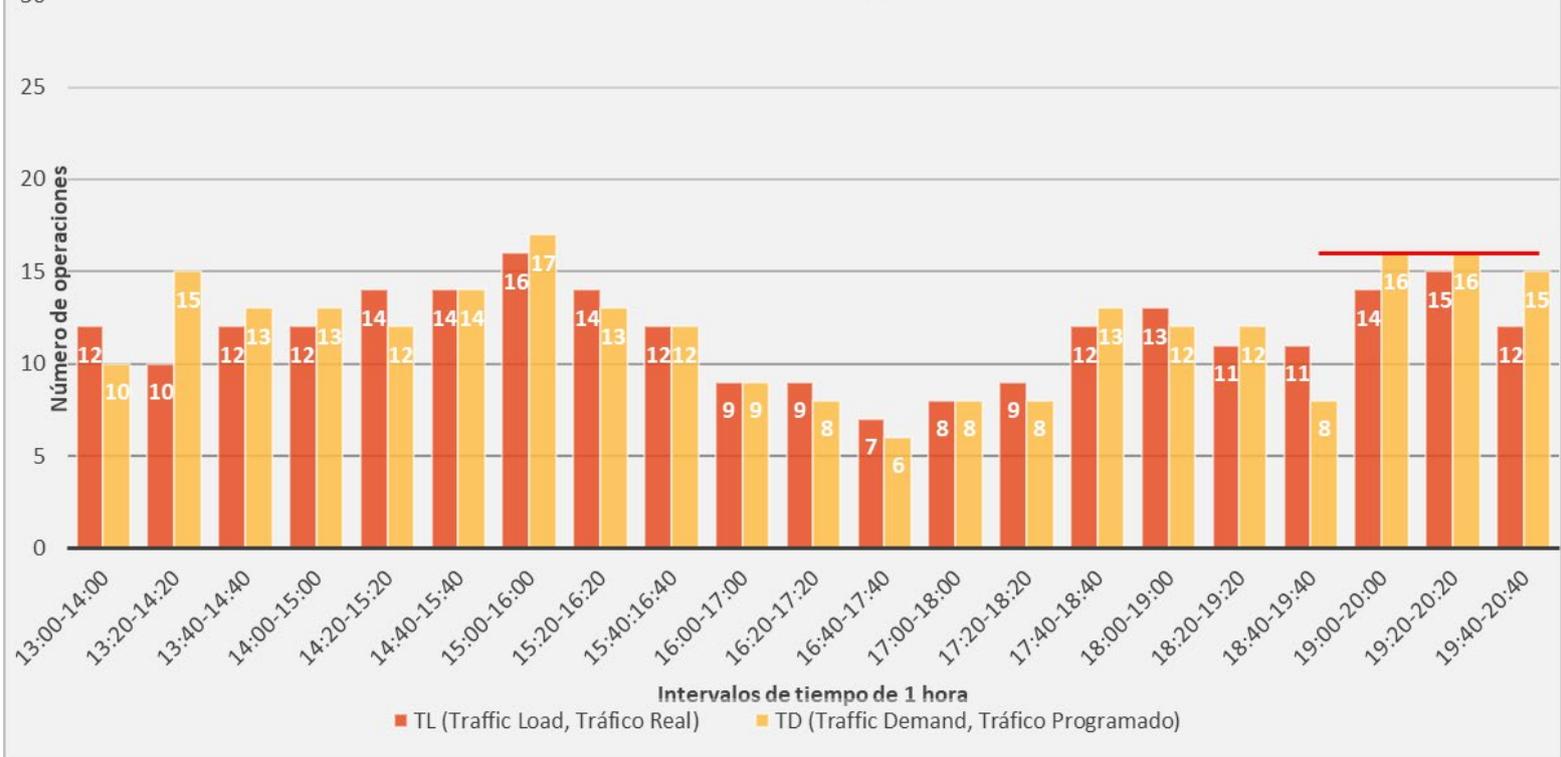
La Capacidad Declarada es la máxima afluencia de tránsito alcanzable en una unidad de tiempo específica que cabe mantener a lo largo de un tiempo, de conformidad con los requisitos en materia de seguridad.

Según se describe en el epígrafe 1.17.4 “Procedimientos de control de afluencia en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol”, en el momento del incidente (19:50 UTC) el aeropuerto operaba con una pista abierta y dos posiciones de control, siendo la Capacidad ATC (TWR) la más restrictiva, y, por tanto, considerada como Capacidad Declarada. Esta capacidad era de 24 operaciones totales por hora, 16 salidas por hora y 16 llegadas por hora.

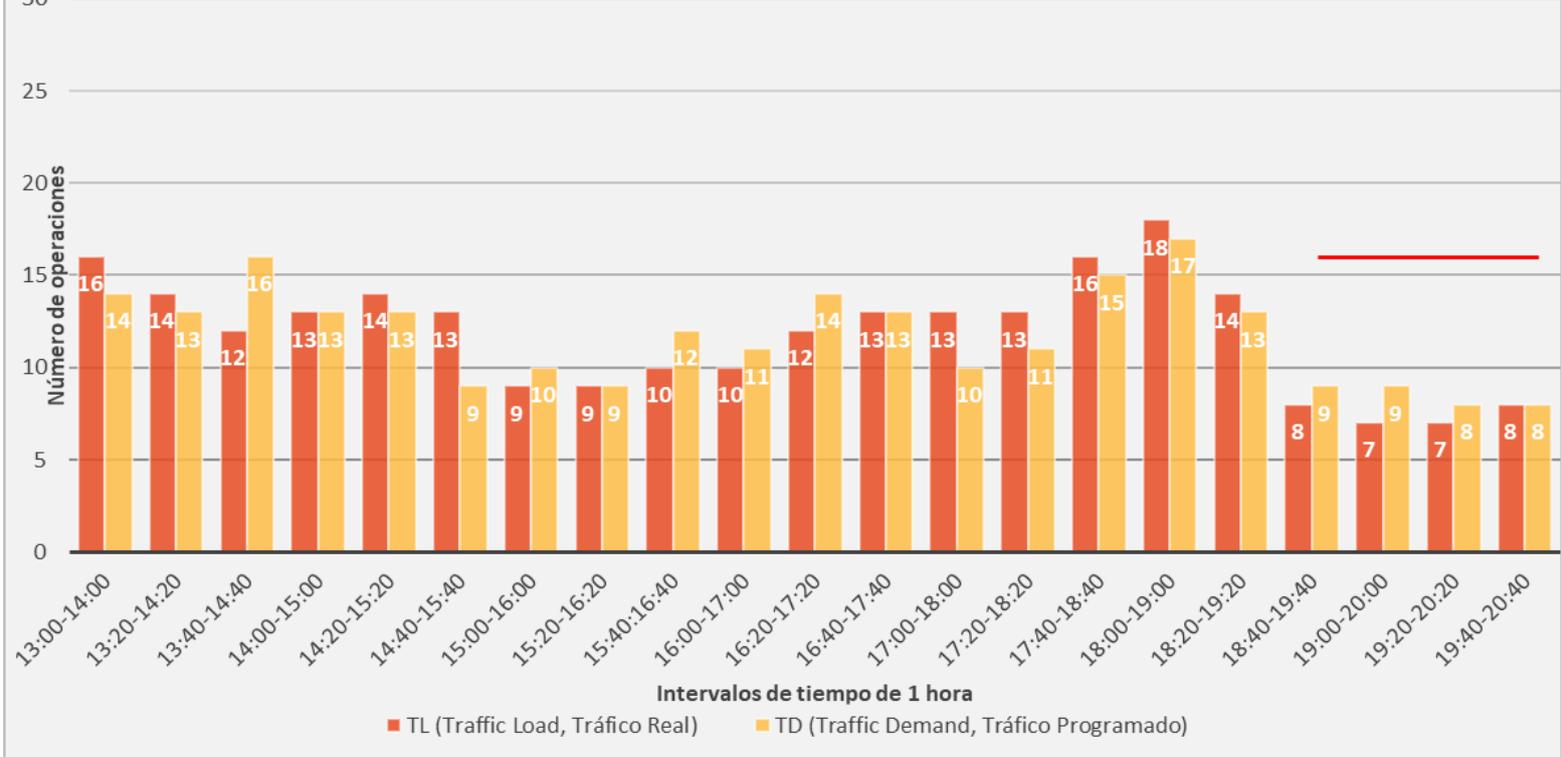
Las siguientes gráficas representan en color amarillo el tráfico programado y en color naranja el tráfico real durante el día 11 de septiembre de 2019. Se muestra el número de operaciones totales, de despegues y de aterrizajes en intervalos de tiempo de una hora separados cada uno de ellos en veinte minutos.



Operaciones de despegue en LEMG



Operaciones de aterrizaje en LEMG



En las gráficas, se representa mediante una línea horizontal roja, el límite de capacidad en las franjas horarias en las que se encontraban abiertas únicamente dos posiciones de control. Se observa lo siguiente:

- A la hora del incidente, 19:50 UTC, el tráfico real, tanto en despegues, como en aterrizajes, como en operaciones totales, no supera el límite de capacidad para dos posiciones de control abiertas en torre.

Se considera, por tanto, que, a la hora del incidente, la carga de trabajo era adecuada para las posiciones de control que se encontraban abiertas en la torre de control. El volumen de tráfico a la hora del incidente, no se considera relevante en las decisiones adoptadas por el controlador de tránsito aéreo a la hora de ajustar los tráficos de arribada y despegue.

2.4. Análisis de la repetitividad de sucesos ocurridos en el aeropuerto de Málaga–Costa del Sol

En el apartado 1.18.1 *Incidentes similares ocurridos en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol*, se recogen los incidentes acaecidos en el aeropuerto en los que se produce una pérdida de separación entre aeronaves en configuración de pista única.

Se reflejan un total de 34 sucesos reportados al Sistema Nacional de Sucesos desde el año 2019. De entre ellos, se consideran muy relevantes los siguientes:

- cuatro sucesos en los que la tripulación de la aeronave en aterrizaje realiza una maniobra de motor y al aire, a iniciativa de la propia tripulación de vuelo
- ocho sucesos en los que la distancia entre la aeronave en aterrizaje y despegue fue inferior a 1 NM

Ante la repetitividad de dichos sucesos, ENAIRE ha detectado factores históricos, organizacionales y factores humanos que han contribuido a modos de trabajo particulares en la dependencia asociados a los ajustes entre tráficos. Los factores más importantes detectados por ENAIRE son los siguientes:

- Factores históricos: Procedimientos de separación reducida en pista aplicados hasta el año 2017 en la dependencia de Málaga que conllevan a inercia en modos de trabajo.
- Factores organizacionales: El plan de formación de unidad ATC no refleja escenarios de entrenamiento específicos en cambio de plan ni estrategias de mitigación de sesgos cognitivos. No es exigido específicamente por la normativa. Así mismo, el manual operativo refleja guías generales para separación entre salidas y arribadas, pero no incluye criterios concretos pasa/no pasa.
- Factores proximales a eventos: Presión operacional en las salidas, presión auto inducida para aprovechamiento de huecos en las arribadas y tendencia a emplear huecos nominales de 7 NM para dos salidas.

- Factores humanos: Sesgo de expectativa sobre la respuesta de las tripulaciones a autorización de despegue inmediato, sesgo de continuidad del plan y aversión a la cancelación de autorización de despegue.

Ante los factores identificados, ENAIRE estableció el 24 de octubre de 2019, el *Primer Plan de Acción de LEMG*, contando con once acciones correctivas que finalizaban en febrero de 2020.

A pesar de este primer plan de acción, los sucesos de pérdida de separación continuaron repitiéndose a partir de febrero de 2020. Si bien se identificaron en menor número, alguno de ellos se clasificó con severidad grave, después de que finalizara el primer plan de acción. Entre las medidas adoptadas en el primer plan de acción destacan:

- Acciones de divulgación
- Refuerzo de la cultura

Si bien se consideran necesarias dichas medidas, no resultaron ser suficientes para evitar las pérdidas de separación recurrentes en la dependencia. Adicionalmente, el factor histórico detectado por ENAIRE en su análisis interno no se considera que pueda relacionarse directamente con los modos de trabajo adquiridos en la dependencia. Los procedimientos de separación reducida, según se establece en el *Reglamento de Circulación Aérea*, en su epígrafe 4.5.11, solo son aplicables durante el día, no siendo aplicables en períodos nocturnos como es el caso del incidente.

Como consecuencia de ello, ENAIRE, estableció el 8 de octubre de 2020, el *Segundo Plan de Acción de LEMG*. Dicho plan de acción contenía acciones de divulgación, apoyo a la operación y refuerzo operativo en fanal.

Este segundo plan de acción finalizó en febrero de 2021. Desde entonces, no han sido notificados sucesos relevantes relacionados con pérdidas de separación entre arribadas y despegues en el aeropuerto de Málaga–Costa del Sol.

Entre las medidas adoptadas en el segundo plan de acción destacan:

- Apoyo a la operación
 - Criterios de apoyo a la toma de decisión en pista única
 - Guía de recomendaciones con información sobre tiempos y distancias
- Refuerzo operativo en fanal
 - Refuerzo operativo con presencia de técnico ATC en fanal

Se considera, por lo tanto, que las medidas llevadas a cabo por ENAIRE en el segundo plan de acción, donde se incluyen acciones operativas, han conseguido mitigar los factores históricos, organizacionales y humanos detectados en la dependencia.

3. CONCLUSIONES

3.1. Constataciones

- El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL no especificó el punto de espera al que dirigirse en la instrucción de rodaje a la aeronave en despegue.
- La tripulación de la aeronave en despegue, con matrícula EI-ENH, ante la falta de información del punto de espera al que dirigirse, eligió rodar hasta el punto de espera HN-3, de acuerdo a las disposiciones establecidas en el AIP.
- El punto de espera HN-3 es el más alejado de la cabecera de pista y posee una pendiente positiva que incrementa significativamente el tiempo de acceso a pista.
- El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL, instruyó a la aeronave EI-ENH que se alineara en pista y esperara cuando la aeronave en aproximación se encontrara establecida en final a 3,9 NM del umbral de pista.
- El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL autorizó a despegue inmediato a la aeronave EI-ENH, cuando esta se encontraba iniciando el rodaje hasta la cabecera de pista y la aeronave en aproximación se encontraba establecida en final a 3,1 NM del umbral de pista.
- El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL no consultó al tráfico de salida si estaba listo para despegue inmediato ni tampoco le informó de la posición del tráfico en arribada.
- La aeronave en despegue, con matrícula EI-ENH, empleó 58 segundos en alinearse en pista desde el punto de espera HN-3, sin detenerse en ningún momento y sin producirse retraso o demora significativa.
- El controlador de tránsito aéreo de la posición LCL autorizó a la aeronave EI-DYR a aterrizar con el tráfico precedente a la vista, cuando se encontraba procediendo a 200 ft de altitud AMSL y la separación con la aeronave en despegue era de 0,4 NM, estando por tanto la pista ocupada.
- La mínima separación entre ambas aeronaves fue de 520 m (0,28 NM), encontrándose ambas sobre la pista.
- El tráfico real a la hora del incidente no superó la capacidad ATC.
- Se han advertido un total de 34 sucesos desde el año 2019 en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol, reportados al Sistema Nacional de Sucesos, en los que se produce una pérdida de separación entre aeronaves.
- ENAIRE, como proveedor de servicios de tránsito aéreo, ha establecido dos planes de acción con objeto de mitigar las pérdidas de separación recurrentes en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.
- 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 autorización de aterrizaje a una aeronave en una pista ocupada por otra aeronave en despegue, sin respetar las distancias reglamentarias.

Se ha considerado como factor contribuyente la deficiente planificación, por parte del controlador de tránsito aéreo, en aprovechar un hueco entre dos aterrizajes para autorizar un despegue.

De igual manera, se valora como factor contribuyente la ausencia de toma de decisiones por parte del controlador de tránsito aéreo, como la cancelación del despegue, en una situación de peligro próxima derivada de una pérdida de separación reglamentaria.

4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Como consecuencia de la reiteración de sucesos relacionados con las pérdidas de separación en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG), durante el transcurso de la investigación y antes de que esta concluyera, la CIAIAC, dado el elevado número de casos de pérdida de separación, estimó oportuno la aprobación y emisión de las siguientes recomendaciones urgentes de seguridad, previamente a la aprobación y publicación del informe final.

La primera de las recomendaciones de seguridad, dirigida a ENAIRE, fue emitida el 4 de noviembre de 2020:

REC 18/20: Se recomienda a ENAIRE, como proveedor de servicios de navegación aérea, que realice una identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a los eventos por pérdida de separación producidos recientemente en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG) y establezca una propuesta de medidas mitigadoras, en coordinación con AESA.

El 11 de noviembre de 2020, ENAIRE respondió a la REC 18/20, cuya respuesta fue evaluada como NO SATISFACTORIA por parte de CIAIAC. El 24 de febrero de 2021, ENAIRE respondió por segunda vez a la REC 18/20, cuya respuesta fue evaluada como CERRADA, RESPUESTA SATISFACTORIA.

La segunda de las recomendaciones de seguridad, dirigida a AESA, fue emitida el 4 de noviembre de 2020:

REC 19/20: Se recomienda a AESA que revise la identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a los eventos por pérdida de separación producidos recientemente en el aeropuerto de Málaga-Costa del Sol (LEMG), así como la propuesta de medidas mitigadoras, que se ha recomendado realizar a ENAIRE en la recomendación REC 18/20.

El 24 de febrero de 2021, AESA respondió a la REC 19/20, cuya respuesta fue evaluada como CERRADA, RESPUESTA SATISFACTORIA.