

JIAAC | INVESTIGACIÓN PARA
LA SEGURIDAD AÉREA

INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Matrícula: LV-MCV

Pérdida de control en vuelo

FECHA: 24/07/2017

LUGAR: próximo a la confluencia de los ríos Paraná Guazú y Barca Grande, provincia de Entre Ríos

HORA: 17:30 UTC

AERONAVE: Mitsubishi MU-2B-26A



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

ÍNDICE:

ADVERTENCIA	3
Nota de introducción.....	4
LISTA DE SIGLAS	5
SINOPSIS	8
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	9
1.1 Reseña del vuelo	9
1.2 Lesiones al personal	10
1.3 Daños en la aeronave	11
1.4 Otros daños	11
1.5 Información sobre el personal	11
1.6 Información sobre la aeronave	14
1.7 Información meteorológica	19
1.8 Ayudas a la navegación.....	20
1.9 Comunicaciones.....	22
1.10 Información sobre el lugar del accidente	26
1.11 Registradores de vuelo	27
1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto.....	27
1.13 Información médica y patológica.....	28
1.14 Incendio.....	28
1.15 Supervivencia.....	28
1.16 Ensayos e investigaciones.....	31
1.17 Información orgánica y de dirección.....	36
1.18 Información adicional	37
1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	44
2. ANALISIS	45
2.1 Introducción	45
2.2 Aspectos técnicos-operativos	45
3. CONCLUSIONES	57
3.1 Hechos definidos	57
3.2 Conclusiones del Análisis.....	60
4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	61
4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil.....	61
4.2 A la Empresa Argentina de Navegación Aérea	62
APÉNDICE I – INVESTIGACIÓN DE CAMPO	64
APÉNDICE II – TAREAS DEL LABORATORIO TÉCNICO	69
APÉNDICE III – INFORMACIÓN CAPTADA POR LOS RADARES	83

ADVERTENCIA

Este informe refleja las conclusiones y recomendaciones de la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) con relación a los hechos y circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación.

De conformidad con el Anexo 13 (Investigación de accidentes e incidentes) al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, ratificado por Ley 13.891, y con el Artículo 185 del Código Aeronáutico (Ley 17.285), la investigación del accidente tiene un carácter estrictamente técnico, y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

La investigación ha sido efectuada con el único y fundamental objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula el Anexo 13.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas en relación al accidente.

Nota de introducción

La Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) ha adoptado el método sistémico como pauta para el análisis de accidentes e incidentes.

El método ha sido validado y difundido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ampliamente adoptado por organismos líderes en la investigación de accidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del método sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y/o las fallas técnicas del equipamiento son denominados factores desencadenantes o inmediatos del accidente. Constituyen el punto de partida de la investigación, y son analizados con referencia a las defensas del sistema aeronáutico, así como a otros factores, en muchos casos alejados en tiempo y espacio, del momento preciso de desencadenamiento del accidente.
- Las defensas del sistema aeronáutico detectan, contienen y ayudan a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y las fallas técnicas. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, reglamentos (incluyendo procedimientos) y entrenamiento. Cuando las defensas funcionan, interrumpen la secuencia causal. Cuando las defensas no funcionan, contribuyen a la secuencia causal del accidente.
- Finalmente, los factores en muchos casos alejados en el tiempo y el espacio del momento preciso de desencadenamiento del accidente son denominados factores sistémicos. Son los que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea y/o la ocurrencia de fallas técnicas, y explicar las fallas en las defensas. Están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación; las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

La investigación que se detalla en el siguiente informe se basa en el método sistémico, y tiene el objetivo de identificar los factores desencadenantes, las fallas de las defensas y los factores sistémicos subyacentes al accidente, con la finalidad de formular recomendaciones sobre acciones viables, prácticas y efectivas que contribuyan a la gestión de la seguridad operacional.

LISTA DE SIGLAS¹

ACC: Centro de Control de Área
ACFT: Aeronave
AD: Directivas de Aeronavegabilidad
AIP: Publicación de Información Aeronáutica
AirCon: Sistema Automático de Control de Tránsito Aéreo
ALERFA: Fase de Alerta
AMHS: Sistema de Manejo de Mensajes Aeronáuticos
ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil
ARMCC: Centro de Control de Misión Argentina
ARO-AIS: Servicio de información aeronáutica
ARR: Aterrizado
ATC: Control de Tránsito Aéreo
ATS: Servicio de Tránsito Aéreo
ATZ: Zona de Tránsito de Aeródromo
BIVAM: Punto de referencia de navegación aeronáutico
ByS: Búsqueda y Salvamento
CESA: Certificado de Explotador de Servicios Aéreos
CETA: Certificado de Explotador de Trabajo Aéreo
CeVyCA: Centro de Vigilancia y Control Aeroespacial
CFIT: Vuelo Controlado Hacia el Terreno
COM: Comunicación
CTA: Controlador de Tránsito Aéreo
CTR: Zona de Control
CVR: Registrador de voces de cabina
DETRESFA: Fase de Peligro
DME: Equipo Medidor de Distancia
DOZ: Código IATA de Aeropuerto Mendoza

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se ha optado por aclarar de esta manera y por única vez que una gran parte de las siglas utilizadas son en inglés y, por lo tanto, las iniciales de los términos que las integran no se corresponden con los de sus denominaciones completas en español.

EANA: Empresa Argentina de Navegación Aérea
ELT: Emisor Localizador de Emergencia
ETIC: Equipo de Técnico de Investigación de Campo
EZE19: Punto de referencia de navegación aeronáutico
FAA: *Federal Aviation Administration* (Administración Federal de Aviación, EEUU)
FAR: *Federal Aviation Regulation* (Regulación de Aviación Federal, EEUU)
FDO: Código IATA de Aeropuerto San Fernando
FDR: Grabadora de Datos de Vuelo
FIR: Región de Información de Vuelo
GND: Superficie
GPS: Sistema de Posicionamiento Global
GPWS: Sistema de Alerta de Proximidad al Terreno
IAMSAR: Manual Internacional de los Servicios Aeronáuticos y Marítimos
IFR: Reglas de Vuelo Instrumental
INCERFA: Fase de Incertidumbre
LAD: Lugar Apto Denunciado
LEM: Laboratorio de Ensayos de Materiales El Palomar
LIN: Aeródromo Lincoln
LOC-I: Pérdida de control en vuelo
MSSR: Radar Secundario Monopulso
NAV: Navegación
NTSB: *National Transportation Safety Board* (Agencia Nacional de Seguridad del Transporte, EEUU)
OVC: Cubierto (*overcast*)
NOTAM: Notice to Airman
PGB: Caja Reductora de Hélice
PLN EGA: Plan de Emergencia
PRAM: Plan de Respuesta de Accidente Mayor
PRECOM : Búsqueda Previa de Comunicaciones
PROGEN-ATM: Manual de Procedimientos Generales-Gestión del Tránsito Aéreo
PSNA: Prestadora de Servicio público esencial de Navegación Aérea
PSR: Radar Primario
RAAC: Regulaciones Argentinas de Aviación Civil

RCC: Centro Coordinador de Salvamento
RSC: Subcentro de Salvamento
RSMA: Radar Secundario Monopulso Argentino
RTI: Red Telefónica Integrada
RPA: Radar Primario Argentino
SAAP: Código OACI Aeropuerto de Paraná
SADF: Código OACI Aeropuerto Internacional de San Fernando
SAEZ: Código OACI Aeropuerto Ezeiza
SARE: Código OACI Aeropuerto de Resistencia
SAR: Búsqueda y Salvamento
SCT: De 3 a 4 octavos de cielo cubierto (*scattered*)
SFAR: *Special Federal Aviation Regulation* (Regulación Especial de Aviación Federal, EEUU)
SMN: Servicio Meteorológico Nacional
SSR: Radar Secundario
STC: Certificado Tipo Suplementario
TAR: Taller Aeronáutico de Reparación
TAWS: Sistema de Alerta de Proximidad al Terreno
TCAS: Sistema de Alerta de Tráfico y Evasión de Colisión
TMA BAIREs: Area Terminal BAIREs
TMA Mendoza: Área Terminal Mendoza
TWR AER: Control de Tránsito Aéreo de Aeroparque
TWR FDO: Control de Tránsito Aéreo de San Fernando
UPC: Última Posición Conocida
VANAR: Punto de referencia de navegación aeronáutico
VFR: Reglas de Vuelo Visual
VMO: Velocidad Máxima Operativa
VOR: Radio faro omnidireccional de muy alta frecuencia
XPDR ANT: Antena de Transponder
XPDR: *Transponder*

SINOPSIS

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al accidente experimentado el 24 de julio del año 2017 por la aeronave Mitsubishi MU-2B-26-A, matrícula LV-MCV, durante la fase de ascenso y luego de haber despegado del Aeropuerto Internacional de San Fernando. Aproximadamente a los 6 minutos de vuelo y en comunicación con la dependencia de control de tránsito aéreo del Aeroparque Jorge Newbery se perdió el contacto por radio con la aeronave. Esta fue encontrada el 19 de agosto a las 20:38 horas en la confluencia de los ríos Barca Grande y Paraná Guazú.

El informe presenta cuestiones relacionadas con la condición de aeronavegabilidad de la aeronave y las características particulares de la familia de aviones Mitsubishi MU-2B, en cuyo contexto se evalúa el desempeño operativo en la cabina de mando. Además, el informe profundiza en aspectos relacionados con el sistema *transponder* de la aeronave y los sistemas radar, así como aspectos de supervivencia y procedimientos efectuados por las diferentes dependencias de tránsito aéreo y búsqueda y salvamento.

El informe incluye diez recomendaciones de seguridad operacional dirigidas a la Administración Nacional de Aviación Civil y tres recomendaciones de seguridad operacional dirigidas a la Empresa Argentina de Navegación Aérea.



Figura 1. Aeronave LV-MCV

ACCIDENTE OCURRIDO EN: próximo a la confluencia de los ríos Paraná Guazú y Barca Grande, provincia de Entre Ríos.

FECHA: 24 de julio de 2017

HORA:² 17:30 UTC

AERONAVE: Avión

PILOTO: Licencia de piloto comercial de avión PCA

MARCA: Mitsubishi

PROPIETARIO: Aibal S.A.

MODELO: MU-2B-26A

MATRÍCULA: LV-MCV

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1 Reseña del vuelo

El 24 de julio de 2017 la aeronave Mitsubishi MU-2B-26A, matrícula LV-MCV, despegó del Aeródromo de Lincoln (LIN) con destino al Aeropuerto Internacional de San Fernando (SADF/FDO), ambos en la provincia de Buenos Aires, donde arribó a las 16:02 horas sin inconvenientes. En SADF, la tripulación realizó el reabastecimiento de combustible y presentó el plan de vuelo con destino al Lugar Apto Denunciado 2489 Las Lomitas, en la provincia de Formosa. Declaró una autonomía total de 4 horas y tres ocupantes a bordo.

La aeronave despegó con destino Las Lomitas por la pista 05 de SADF a las 17:24 horas, realizó las comunicaciones en forma normal con la dependencia de Control de Tránsito Aéreo de San Fernando (TWR FDO) y fue transferida con la dependencia de control adyacente de Aeroparque (TWR AER). La tripulación se comunicó en varias oportunidades con este control, el cual manifestó no tener detección ni identificación radar de la aeronave con el código *transponder* asignado de 1645. En consecuencia, el control solicitó al piloto que efectuara un chequeo del código y posteriormente, a requerimiento del piloto, se cambió el mismo a 1644. No obstante, tampoco se obtuvo respuesta radar. Por último, se solicitó a la aeronave que se dirija a la posición VANAR con 2000 pies de altitud para luego volver a SADF. Esta fue la última indicación colacionada, registrada a las 17:30 horas aproximadamente.

² Todas las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC) que para el lugar y fecha del accidente corresponde al huso horario - 3.

Los controladores correspondientes a las dependencias de Servicios de Tránsito Aéreo (ATS) de San Fernando, Aeroparque, Área Terminal BAIRES (TMA BAIRES), Centro de Control de Área (ACC) EZEIZA, así como los operadores de búsqueda y salvamento de la oficina del Servicio de Búsqueda y Salvamento (SAR), realizaron diversas comunicaciones y coordinaciones con el propósito de localizar la aeronave y recabar información referente al vuelo.

A las 21:30 horas del 24 de julio, los servicios de búsqueda y salvamento organizados por el centro coordinador de la Dirección Regional Centro, dependiente de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), iniciaron la búsqueda de la aeronave. Tales tareas se prolongaron durante 26 días debido a la extensa zona de búsqueda y a las características topográficas de la misma. Se dio intervención a la Prefectura Naval Argentina y a la Gendarmería Nacional, quienes en conjunto con otras fuerzas y personal civil pusieron a disposición los medios aéreos, náuticos y terrestres para la localización de la aeronave. Esta fue hallada el 19 de agosto, a las 20:38 horas, durante un patrullaje aéreo en la zona de búsqueda realizado por la ANAC. Inmediatamente después se desplazó hasta el lugar una patrulla de la Prefectura Naval Argentina que identificó los restos como pertenecientes a la aeronave LV-MCV y estableció un perímetro con custodia para el resguardo de los mismos.

El 20 de agosto, a las 06:30 hora local, el Equipo Técnico de Investigación de Campo (ETIC) de la JIAAC se desplazó hasta SADF, desde donde fue trasladado al lugar del accidente. Una vez en el sitio, el ETIC se dedicó a la coordinación del retiro de las víctimas y a recuperar los restos de la aeronave. Dichos restos fueron transportados por vía aérea, fluvial y terrestre hasta un hangar en SADF, que se acondicionó especialmente para su depósito, resguardo y análisis. Las labores realizadas en el lugar del suceso fueron desarrolladas en conjunto con la Prefectura Naval Argentina. Esta aportó toda la logística, además de un equipo de buzos y bomberos que colaboraron en el dragado del cráter y en la búsqueda de restos de la aeronave.

El 24 de agosto se dio por finalizada la primera etapa de la investigación de campo. Conforme fue avanzando la investigación y con distintos propósitos se realizó un total de cinco visitas más al lugar del accidente. La zona fue liberada el 18 de octubre de 2017.

1.2 Lesiones al personal

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	1	2	–
Graves	–	–	–
Leves	–	–	–
Ninguna	–	–	–

1.3 Daños en la aeronave

1.3.1 Célula: Destruída.

1.3.2 Motores: Destruídos.

1.3.3. Hélices: Destruídas.

1.4 Otros daños

El impacto de la aeronave provocó un cráter de aproximadamente 12 por 6 metros. Además, causó daños ambientales por contaminación de restos de hidrocarburos y otros fluidos, y elementos descartables que fueron utilizados durante las actividades desarrolladas en el sitio del accidente. Una vez finalizadas las tareas de campo, se realizó un rastillaje en un radio aproximado de 100 metros y se procedió a conservar el lugar de acuerdo con el protocolo de la JIAAC sobre el cuidado del medio ambiente (A39-WP/255).

1.5 Información sobre el personal

PILOTO		
Sexo	Masculino	
Edad	31 años	
Nacionalidad	Argentina	
Licencias	Piloto comercial de avión Piloto aeroaplicador Instructor de vuelo de avión	
Habilitaciones	Monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 Kg Vuelo nocturno Vuelos por instrumentos	
Certificación médica aeronáutica	Clase 1	Válido hasta el 31/08/2017

Su experiencia en actividad de vuelo era la siguiente:

Horas voladas	General	Multimotor	Instrumental	En el tipo (turbohélice)
Total general	682,1	160,3	17,2	58,4
Últimos 90 días	62,6	62,6	12,8	58,4
Últimos 30 días	38,2	38,2	9,3	38,2
Últimas 24 horas	2,2	2,2	Sin datos	2,2

Los valores anteriores fueron obtenidos del último foliado (19 de mayo de 2017) suministrado por la ANAC, a los cuales se le sumaron las horas registradas en el libro de vuelo encontrado en el lugar del accidente. En dicho foliado se corroboró que el piloto no contaba con entrenamiento en adiestrador terrestre (simulador sintético).

ACOMPANANTE ³	
Sexo	Masculino
Edad	25 años
Nacionalidad	Argentina
Licencias	Piloto comercial de avión
Habilitaciones	Monomotores y multimotores terrestres hasta 5.700 Kg Vuelo nocturno Vuelos por instrumentos
Certificación médica aeronáutica	Clase 1 Válido hasta el 30/06/2017

Su experiencia en actividad de vuelo era la siguiente:

Horas voladas	General	Multimotor	Instrumental	En el tipo (turbohélice)
Total general	601,0	473,9	24,2	–
Últimos 90 días	9,1	9,1	3,0	–
Últimos 30 días	1,8	1,8	Sin datos	–
Últimas 24 horas	–	–	Sin datos	–

A los valores anteriores – obtenidos del último foliado (16 de junio de 2017) – se le sumaron las horas registradas en el libro de vuelo hallado en el lugar del accidente. A partir de este foliado se corroboró que el acompañante contaba con 18,1 horas de entrenamiento en adiestrador terrestre (simulador sintético).

La documentación correspondiente al piloto y acompañante estaba muy deteriorada debido a los días que permaneció sumergida en agua, lodo y combustible. No obstante, se obtuvo documentación que corrobora que el acompañante había realizado tres vuelos anteriores junto al piloto en cuestión en esta aeronave.

³ Según las especificaciones del manual de vuelo aprobado de la aeronave, esta se encuentra certificada para ser operada por una tripulación mínima compuesta por un solo piloto. No obstante, se pudo constatar que el pasajero que ocupaba el asiento derecho (acompañante) realizó las comunicaciones.

CONTROLADOR ATS		
Sexo	Masculino	
Edad	33 años	
Nacionalidad	Argentina	
Licencias	Controlador de tránsito aéreo	
Habilitaciones	Control de aeródromo Aeroparque Control de aproximación Aeroparque	
Función desempeñada	Control de aproximación	
Certificación médica aeronáutica	Clase 3	Válido hasta el 30/04/2019

El controlador realizó su capacitación en el período 2007-2008 y, posteriormente a su habilitación, fue destinado a Aeroparque. Allí cumplía funciones desde el año 2009 hasta el día del suceso. Contaba con una experiencia total de 8 años. En 2014 realizó el curso de tránsito aéreo radar.

SUPERVISOR ATS		
Sexo	Femenino	
Edad	37 años	
Nacionalidad	Argentina	
Licencias	Controlador de tránsito aéreo	
Habilitaciones	Control de aeródromo Aeroparque Control de aproximación Aeroparque	
Función desempeñada	Supervisor de control de tránsito Aeroparque	
Certificación médica aeronáutica	Clase 3	Válido hasta el 31/03/2019

La supervisora comenzó su capacitación en el año 2001 y en el 2002 realizó el curso de control de tránsito aéreo. Se desempeñó como controladora de tránsito de aeródromo y de aproximación hasta el 2015 que ascendió a supervisora, cargo que ocupaba el día del accidente. En el transcurso de los años, la supervisora recibió tres cursos de actualización de tránsito aéreo, además de cursos de técnicas de instrucción, control de aproximación radar y en factores humanos.

Las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 65, subparte B "Licencia de Controlador de Tránsito Aéreo" no establece como requisito la obligatoriedad de recibir una instrucción periódica para mantener actualizadas las competencias en sus diferentes habilitaciones.

1.6 Información sobre la aeronave

El Mitsubishi MU-2 es una aeronave de ala alta, bimotor, turbohélice y cabina presurizada, fabricada entre las décadas de 1960 y 1980. En total, se fabricaron 704 unidades de las cuales, a julio de 2017 (según datos publicados por el fabricante), 263 permanecían operativas. Al día de hoy, y a pesar de haberse discontinuado la fabricación de dichas aeronaves hace más de 30 años, el MU-2 continúa siendo utilizado en todo el mundo.

Entre sus principales características se puede mencionar que es una aeronave con elevadas velocidades en crucero, pero que también tiene la capacidad de operar en pistas cortas. Dichas características operativas fueron logradas minimizando la superficie alar de la aeronave y añadiendo un flap tipo *fowler*⁴ a lo largo de toda la envergadura, ocupando incluso el espacio donde normalmente van montados los alerones. Para solventar entonces el problema del control lateral, el fabricante decidió utilizar *spoilers*⁵ en cada ala.

Existen dos versiones diferentes del MU-2: un modelo de fuselaje corto y otro de fuselaje largo. Ambos se encuentran certificados para operación con un solo piloto. En el caso del LV-MCV, se trataba de la versión corta, configurada para transportar hasta seis pasajeros. Tal configuración era la que tenía al momento del accidente.

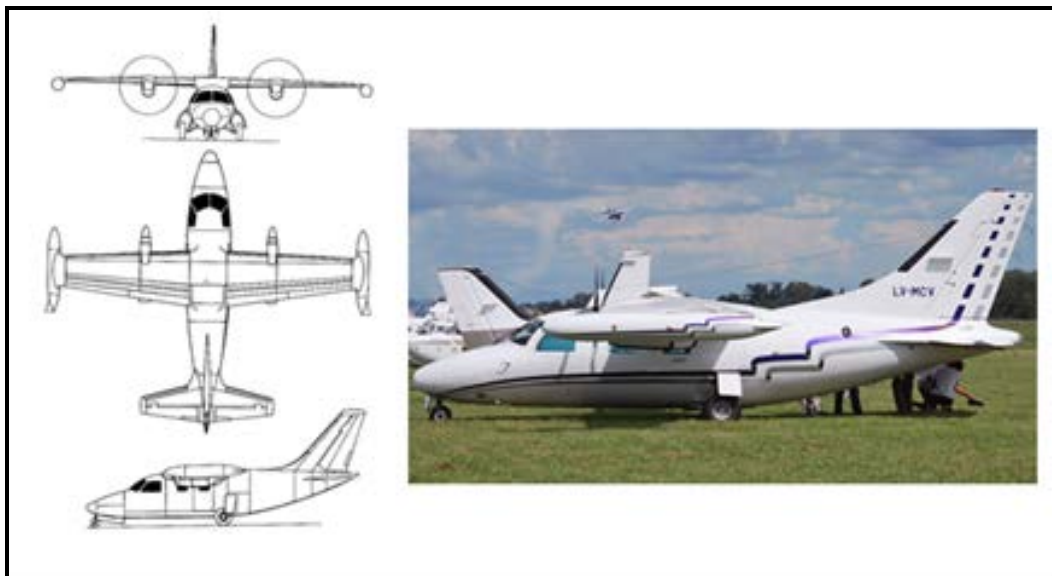


Figura 2. Perfil e imagen de la aeronave LV-MCV

⁴ El flap tipo *fowler* es un dispositivo hipersustentador que incrementa la cuerda (y por ende la superficie alar) además de la curvatura alar.

⁵ Los *spoilers* son superficies de control de vuelo secundarias (en el caso de la aeronave primarias) que se extienden para, simultáneamente, aumentar la resistencia aerodinámica y disminuir la sustentación.

AERONAVE		
Fabricante	Mitsubishi	
Tipo y Modelo	MU-2B-26A	
Nº de serie	3615A	
Año de fabricación	01/01/1977	
Total general/Ciclos	5804,8 /4670	
Desde última recorrida general	Sin datos	
Desde última inspección	103,6 horas	
Certificado de aeronavegabilidad	Clasificación	Estándar
	Categoría	Normal
	Fecha de emisión	12/03/99
	Fecha de vencimiento	Sin vencimiento
Certificado de matricula	Propietario	Aibal S.A.
	Fecha de expedición	21/10/1997
Formulario 337	Fecha de emisión	18/10/16
	Fecha de vencimiento	Octubre 2017
	Emitido por	1-B-165
Peso vacío	3260 kg	
Peso máximo de despegue	4700 kg	

MOTOR #1	
Marca	Garret
Modelo	TPE 331-5-252M
Potencia	665 SHP
Nº de serie	P-33017
Total general	5804,8 horas
Desde la última recorrida general	700,1 horas
Desde la última inspección	103,6 horas
Habilitado hasta	Octubre 2017

MOTOR #2	
Marca	Garret
Modelo	TPE 331-5-252M
Potencia	665 SHP
Nº de serie	P-33031
Total general	5804,8 horas
Desde la última recorrida general	712,0 horas
Desde la última inspección	103,6 horas
Habilitado hasta	Octubre 2017

En el 2014 se efectuó el reemplazo de las hélices de ambos motores. Las hélices desmontadas correspondían a la marca Hartzell, modelo HC-B4TN-5GL de cuatro palas metálicas, de paso variable. Fueron reemplazadas por otras de marca MT Propeller, modelo MTV-27-1, de cinco palas, de paso variable, fabricadas en material compuesto. Se corroboró que al día del suceso no existían directivas de aeronavegabilidad correspondientes al modelo de hélices MTV-27-1.

HÉLICE #1	
Marca	MT Propeller
Modelo	MTV-27-1
Nº de serie	140450
Total general	176,8
Desde la última recorrida general	No aplica
Desde la última inspección	103,6 horas
Habilitada hasta	Octubre 2017

HÉLICE #2	
Marca	MT Propeller
Modelo	MTV-27-1
Nº de serie	140449
Total general	176,8 horas
Desde la última recorrida general	No aplica
Desde la última inspección	103,6 horas
Habilitada hasta	Octubre 2017

Los historiales de la aeronave se encontraban completos hasta el 9 de junio de 2017. El resto de las horas fueron calculadas de forma aproximada con el libro de vuelo del piloto.



Figura 3. LV-MCV durante el cambio de hélices en el año 2014

Dado el escaso tiempo de vuelo, el peso de la aeronave al momento del accidente se calculó considerando los siguientes valores en el despegue:

PESO Y BALANCEO	
Peso vacío	3260 kg
Peso del piloto	80 kg
Peso del pasajero N° 1	80 kg
Peso del pasajero N° 2	80 kg
Peso del combustible (1378 litros x 0,8)	1102 kg
Pesos varios	60 kg
Peso total	4662 kg
Peso máximo permitido de despegue	4700 kg
Peso máximo permitido de aterrizaje	4510 kg
Diferencia en menos	38 kg

Conforme al último registro de peso y balanceo de la aeronave, la misma se encontraba dentro de la envolvente operacional prevista en su manual de vuelo.

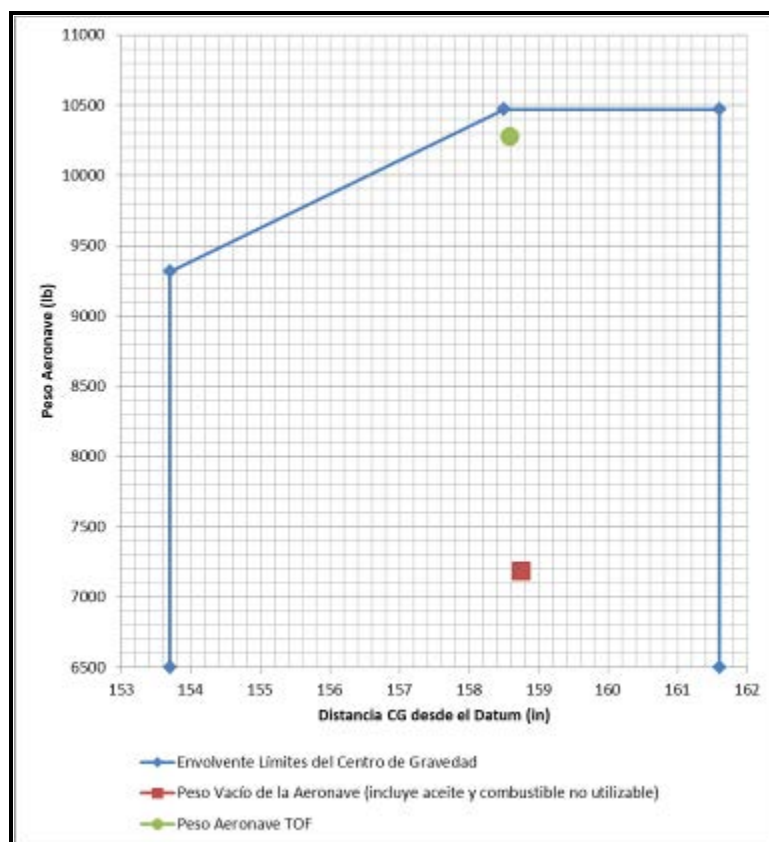


Figura 4. Posición del centro de gravedad de la aeronave al momento del accidente

Información de Aviónica

La aeronave se encontraba configurada con instrumentos de vuelo y motor convencionales, además de un equipo integrado de aviónica Garmin GTN 750, el cual tenía asociado un *transponder* Garmin GTX 32 y un selector de audio Garmin GMA 35.

El GTN 750, con número de parte 011-02282-00 y número de serie 1ZA015360, consistía en una pantalla táctil con funciones de GPS, NAV y COM. Por su parte, el GTX 32, con número de parte 011-00768-00 y número de serie 83901204, consistía en un *transponder* remotamente controlado por el ya mencionado GTN 750, que respondía a señales de interrogación en modo A y modo C.

Tanto el GTN 750 como el GTX 32 fueron instalados en la aeronave durante un cambio de equipamiento realizado en el año 2015 por el taller aeronáutico de reparación Redimec (1B-391), de acuerdo con el certificado tipo suplementario de aplicación única N° 070515-100.



Figura 5. Comandos e instrumentos en cabina del LV-MCV

Durante la rehabilitación anual de la aeronave, en octubre de 2016, se realizó y constató en el formulario DA 337-A el chequeo bianual del sistema *transponder*, conforme a lo establecido en las RAAC, subparte 91.413. Dicha inspección fue realizada por el taller aeronáutico de reparación Redimec, bajo la Orden de Trabajo 16-061.

En el mismo formulario, ítem número 27 correspondiente a la descripción de los trabajos desarrollados, se establece que “La aeronave operará VFR [Visual Flight Rules] hasta tanto sea aprobada la alteración realizada por el TAR [Taller Aeronáutico de Reparación] 1B-391 [Redimec] por la Dirección de Certificaciones Córdoba de ANAC”. Ese ítem hacía referencia a los cambios de equipamiento realizados en el año 2015. Hasta el momento del accidente, esta alteración seguía sin ser aprobada.

NOTIFICACION		
<p>1. FECHO Y REALIZADO O LOS CAMBIOS EN LAS LIMITACIONES DE OPERACION DEBEN ANOTARSE EN EL REGISTRO CORRESPONDIENTE DE LA ADMINISTRACION. UNA ALTERACION DEBE SER COMPATIBLE CON TODAS LAS ALTERACIONES PREVIAS PARA ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LA CONFORMIDAD CON LOS REQUISITOS DE ADECUACION DE ADECUACION CORRESPONDIENTES.</p>		
<p>8. PARA USO DEL INSPECTOR DE LA ANAC</p>		
OBSERVACIONES:		
DEPARTAMENTO INTERVENIENTE	FECHA	FIRMA DEL INSPECTOR
<p>EN EL CASO QUE INTERVenga LA ADMINISTRACION NACIONAL DE AVIACION CIVIL EN EL ÍTEM 8, NO CERTIFICA LA REALIZACION DE LAS MANIFESTACIONES VERIFICADAS POR LA PERSONA AUTORIZADA EN CUANTO A LOS TRABAJOS EFECTIVAMENTE REALIZADOS CON ANTERIORIDAD A SU PRESENTE EFECTUO DE SERVICIO.</p>		
<p>9. DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO</p>		
<p>EN SE REGISTRE LAS ESPACIOS, AGREGAR A LOS ANEXOS DEL REGISTRO LA MAQUETA DEL AVESIN DE PARTES DE REP. DEL PRODUCTO Y LA FECHA DE TERMINACION DEL TRABAJO.</p> <p>LOS TRABAJOS QUE DESCRIPCION SE ENCUENTRAN DISPONIBLES EN ESTE TALLER BAJO LA GT 8888</p>		
<p>1. INSPECCIONES DE 100 HV 12 MESES, 200 HV 12 MESES, 400 HV 36 MESES, 1 AÑO 2 AÑOS Y 1500 HV 5 AÑOS PARA SU REHABILITACION ANUAL CONFORME METSUDISHI DOCUMENT NUMBER ME-0718-2, TR 22, E INSPECCION DE 100 Y 600 HV DE MOTORES POR HONEYWELL NM REPORT NUMBER 72-01-27 REV A TR 72-109.</p>		
<p>2. ACTUALIZACION DE LISTADO DE DEFECTIVAS DE AERONAVEGABILIDAD Y COMPONENTES CON VIDA LIMITE APLICABLES A PLANADOR, MOTORES, HELICES Y ACCESORIOS Y SU ESTADO DE CUMPLIMENTACION. SE ACOMPAÑAN COPIAS.</p>		
<p>3. INSPECCION DE HELICES CONFORME INSTRUCCIONES DE AERONAVEGABILIDAD CONTINUA DOC. N° E-2307.</p>		
<p>4. VERIFICACION ANUAL DE COMPAS MAGNETICO, POR FHEMEC 1-8-491-501, BAJO OT 16-073, DE FECHA 15 OCT 2016.</p>		
<p>5. CONTROL DE CADA 1 AÑO DEL SISTEMA DE HIDRACION DE CANTIDAD DE COMBUSTIBLE.</p>		
<p>6. CHEQUEO ANUAL CONFORME BAAC 91-207 DE HELIC REALIZADO POR REDIMEC 1B-391-501, BAJO OT 16-051, DE FECHA 23 SEP 2016 CON REEMPLAZO DE BATERIA, A NUEVA FECHA DE VENCIMIENTO DE LA MISMA OCT 2017.</p>		
<p>7. EXTRACCION DE MUESTRA PARA ANALISIS ESPECTROQUIMICO DE ACEITE DE MOTOR DE RECIBO.</p>		
<p>8. EN MOTOR IZQUIERDO LA MUESTRA PARA SDAF SE DIBE TOMAR AL ALCANZAR ENTRE 9 Y 12 HS A PARTIR DE LA REPARACION DE MOTOR POR IMPACTO DE RAYO.</p>		
<p>9. INSPECCION POR CORROSION DE CADA 1 AÑO DE HOUSING DE MOTORES (MAGNESIO).</p>		
<p>10. CHEQUEO BIENAL CONFORME BAAC 91-411 DE SISTEMA ALTIMETRICO REALIZADO POR REDIMEC 1B-391-501, BAJO OT 16-061, DE FECHA 25 SEP 2016.</p>		
<p>11. CHEQUEO BIENAL CONFORME BAAC 91-413 DE SISTEMA TRANSPONDER REALIZADO POR REDIMEC 1B-391-501, BAJO OT 16-061, DE FECHA 23 SEP 2016.</p>		
<p>12. PRUEBA HIDROSTATICA DE CADA 5 AÑOS DEL TUBO DE OXIGENO REALIZADO POR TIXNO SEGURIDAD 1B-356, BAJO OT 1595, DE FECHA 30 AGO 2016.</p>		
<p>13. REEMPLAZO DE UNA PISTA Y FIN CONJUNTO DE RUEDA DE NARIZ.</p>		
<p>14. REEMPLAZO DE LAMPARA DE LUZ DE POSICION DE PUNTA DE SEMBALA IZQUIERDA Y LAMPARA DE BORDE DE ATAQUE DEL MISMO LADO.</p>		
<p>15. A108-21-01(A)1. INSPECCION DE UNION WIP10651256 DEL CONJUNTO DEL TUBO DE TORQUE DE PLAIN POR FISURAS EN AERONAVES CON MAS DE 4000 HS POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, CUMPLIDO (END SERVICES AERONAUTICOS 1-B-542) OT 14911/02, DEL 02 SEP 2016.</p>		
<p>16. A108-17-04. INSPECCION, REPARACION O REEMPLAZO DE VENTANILLAS Y PARAMBRAS POR POSIBLE DETERIORO SEGUN SB 124 O 08746-09L CUMPLIDO.</p>		
<p>17. A1006-64-06. VERIFICACION DEL ANGULO DE PALA EN FLIGHT IDLE. CUMPLIDO POR SB 01461-001.</p>		
<p>18. A1026-17-05. CHEQUEO RESPECTIVO EN VUELO DEL ENGING DE 543 SISTEMAS DE MOTOR Y HELICE CONFORME SB34 O 57697/73-001 SEGUN CORRESPONDA POR CV. A CUMPLIR POR EL PUEBLO EN VUELO DE COMPROBACION.</p>		
<p>19. A10215-12-04. INSPECCION DEL DRIVE DE LAS PCU CONFORME NP. N/A POR NT DE PCU INSTALADAS 897800-12-11.</p>		
<p>20. A10215-18-06(E)1. MOT. DER. INSPECCION/REEMPLAZO DE ACOPLER DE EJE MOTOR-HELICE (PN) 3107045-1, 863888-3, 865888-6, OR 863888-8 EN PROXIMA APERTURA DE ZONA, HS O DENTRO DE LOS PROXIMOS 1200 CICLOS A PARTIR DEL 1301092015. NO APLICABLE POR NP CONFORME INSPECCION POR IMPACTO DE RAYO EFECTUADA POR DIVISION TUBOS OT 3025.</p>		
<p>21. A10215-18-06(E)1. MOT. DER. INSPECCION/REEMPLAZO DE ACOPLER DE EJE MOTOR-HELICE (PN) 3107045-1, 863888-3, 865888-6, OR 863888-8 EN PROXIMA APERTURA DE ZONA, HS O DENTRO DE LOS PROXIMOS 1200 CICLOS A PARTIR DEL 1301092015. A CUMPLIR A PARTIR DEL 1301092015 EN PROXIMA APERTURA DE ZONA.</p>		
<p>22. A10215-18-06(E)1. MOT. DER. INSERCIÓN DE COPIA DE PROCEDIMIENTO EN LA SECCION DE EMERGENCIA DEL AFM EN AERONAVES CON MOTORES AFFECTADOS. CUMPLIDO CON INSERCCION DE HOJA DE AD-COM LEYENDA EN MANUAL DE VUELO.</p>		
<p>23. A10215-18-07. REEMPLAZO DEL IMPELLER DE LA SEGUNDA ETAPA DEL COMPRESOR (PN 82482-1 HASTA -5 INCLUSIVE) O 310705-1 Y -2 NP PROXIMO ACCESO AL IMPELLER O ANTES DE LOS 11500 CICLOS, LO QUE OCURRA PRIMERO. AMBOS MOTORES POSIBN IMPELLER PN 831482-1 CON 4617 CLS AL 14 AGO 2016. SE DEBEN REEMPLAZAR EN PROXIMO ACCESO AL IMPELLER O A LOS 11500 CLS.</p>		
<p>24. A10215-18-01. MODIFICACION DE PROGRAMACION DE TRANSPONDER COLLINS. NO APLICABLE POR NO INSTALADO.</p>		
<p>25. A10215-16-04. MODIFICACION DE EXCITADORES KIRBY-DRAYNER SEGUN ASB A26-01 POR FALLA DE ACTIVACION. NO APLICABLE POR NO INSTALADO.</p>		
<p>26. CHEQUEO DE ESTA AERONAVE HA SIDO INSPECCIONADA DE ACUERDO CON UNA INSPECCION DE 100 HV 12 MESES, 200 HV 12 MESES, 400 HV 36 MESES, 1 Y 2 AÑOS DE PLANADOR, 500 Y 600 HS DE MOTORES Y SU STA DETERMINADO QUE ES ADECUADO PARA VUELO.</p>		
<p>27. LA AERONAVE OPERARA VFR HASTA TANTO SEA APROBADA LA ALTERACION REALIZADA POR TAR REDIMEC 1-B-391-501 POR LA DIRECCION DE CERTIFICACIONES CORDOBA DE ANAC.</p>		

Figura 6. Dorso del formulario DA-337, ítem 27, emitido en octubre del año 2016

1.7 Información meteorológica

De acuerdo con el Informe del Servicio Meteorológico Nacional, las condiciones meteorológicas del día 24 de julio de 2017, a las 17:30 horas, en SADF eran las siguientes:

Viento	140°/06 kt
Visibilidad	10 km

Fenómeno significativo	Ninguno
Nubosidad	SCT 010/OVC 020
Temperatura	13°C
Punto de rocío	10°C
Presión a nivel medio del mar	1019 hPa

Además, según la información suministrada por el mismo servicio meteorológico, en las inmediaciones del lugar del accidente, entre las 14:00 y 18:00 horas, se observaba un frente estacionario con nubosidad de tipo *Stratus* y *Stratocumulus*, cuya base estaba entre los 100 y 300 metros de altura.

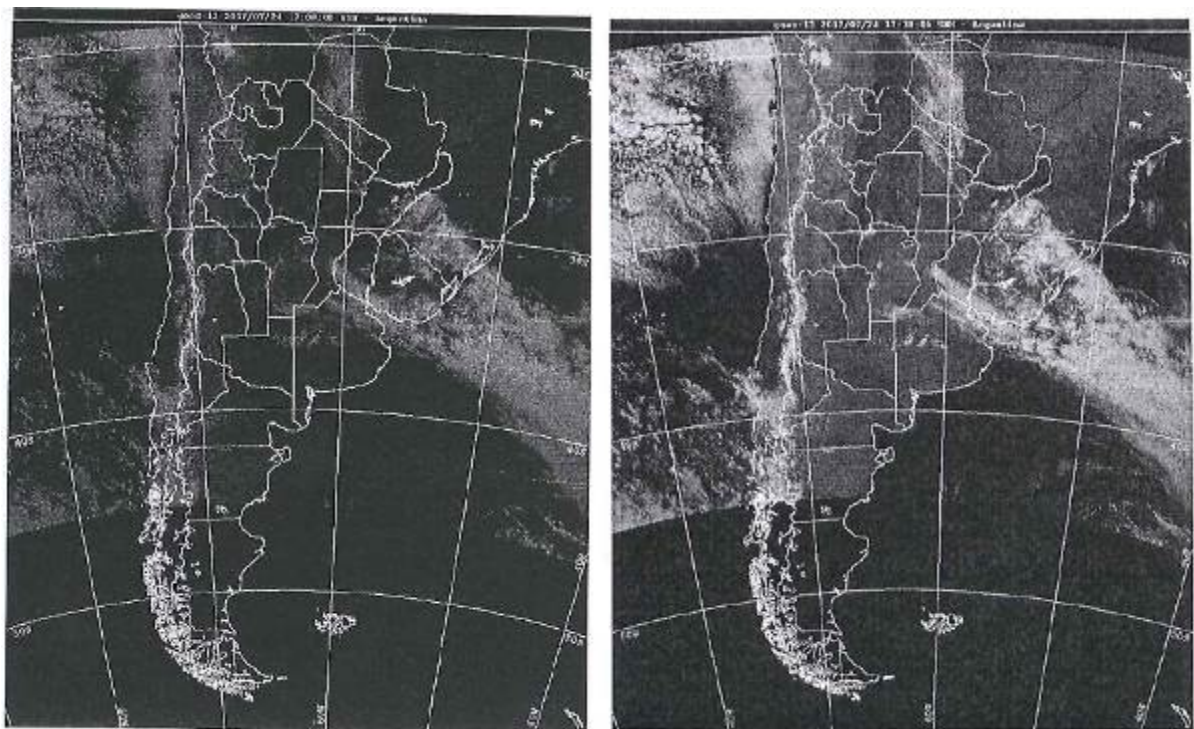


Figura 7. Imágenes satelitales a las 17:08 horas (izquierda) y 17:38 horas (derecha)

1.8 Ayudas a la navegación

La aeronave estaba realizando la salida estandarizada identificada como EZE19, posterior a la posición BIVAM, desde el Aeropuerto Internacional de San Fernando con destino final el Lugar Apto Denunciado 2489 Las Lomitas. Dicho procedimiento se basa en radioayudas del tipo VOR/DME.

El plan de vuelo presentado preveía inicialmente cumplir con reglas de vuelo instrumentales, para continuar hacia su destino final cumplimentando reglas de vuelo visuales. A tales efectos, de acuerdo con lo establecido por la *Publicación de Información Aeronáutica* (AIP) de la República Argentina, para desarrollar el vuelo tanto dentro de la Zona de Control (CTR) de Aeroparque como del TMA BAIREs,

era obligatorio el uso de *transponder* en modo A/3 y C (con código de identificación de la aeronave e indicación de altitud).

AD 2.17 ESPACIO AEREO ATS	
1	Designación y límites laterales CTR AEROPARQUE JORGE NEWBERY Desde 341846S-0584608S siguiendo por un arco de 33NM DME EZE (344927S-0583207W), hacia el Este hasta 342058S-0581202W, 342058S-0580302W, siguiendo el límite común FIR EZEIZA/ MONTEVIDEO hacia el Sur hasta 343058S-0575402W, 343058S-0580202W, 344528S-0581802W, 343658S-0582802W, 343810S-0583514W, 343734S-0584308W, 342346S-0584750W hasta 341846S-0584608W.
2	Límites verticales FL 55 GND
3	Clasificación del espacio aéreo C
4	Distintivo de llamada de la dependencia ATS, idioma(s) AEROPARQUE TORRE Español / Inglés
5	Altitud de transición 3000 FT
6	Observaciones Es obligatorio el uso del Respondedor de a bordo en modo A/3 y C, excepto en Corredores o Sectores VFR.

DEPARTAMENTO INFORMACION AERONAUTICA AMDT AIRAC 2/2016 13 OCTUBRE 2016

Figura 8. Obligatoriedad del uso del *transponder* dentro del CTR Aeroparque según AIP

AIP ARGENTINA		ENR 2.1-9	
ENR 2. ESPACIO AEREO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITO AEREO			
ENR 2.1 FIR, UIR, TMA			
Nombre	Identificación de la dependencia que presta el servicio. Distintivo de llamada. Idiomas. Horas de servicio UTC.	Frecuencia / propósito	Observaciones
TMA BAIRES Desde 335428S-0582732W 335958S-0582402W 343458S-0575002W 345258S-0570602W 350358S-0564302W 350358S-0572802W, siguiendo un arco de 55 NM de radio con centro en el VOR/DME EZE (344927S-0583207W) hacia el SW hasta 335428S-0582732W. (I) FL 245 (II) FL 245 2500 FT AGL/ AMSL FL 45 CLASE DE ESPACIO AEREO: A- POR ENCIMA DE FL 195. B- POR ENCIMA DE FL 145 HASTA FL 195. C- DESDE (I) 2500 FT AGL/AMSL y (II) FL 45 RESPECTIVAMENTE HASTA FL 145.	ACC EZEIZA BAIRES RADAR ESPAÑOL / INGLES H 24	SECTOR NORTE 125.90 MHz 133.95 MHz 121.50 MHz Frec. Emergencia SECTOR SUR 124.90 MHz 125.30 MHz 121.50 MHz Frec. Emergencia	Se brinda control RADAR. Es obligatorio el uso del respondedor de a bordo en modo A/ 3 y C. DIVISION TMA BAIRES - SECTOR BAIRES NORTE Y SECTOR BAIRES SUR Se ha determinado una línea imaginaria paralela a la trayectoria W 9 en el tramo URINO/ EZEIZA VOR y distante aproximadamente 5 NM hacia el Norte, continuando al Noreste con una paralela a la trayectoria A 314 aproximadamente a 5 NM en el tramo EZEIZA VOR/PAPIX. Como consecuencia el TMA BAIRES queda dividido en dos (2) sectores de control a saber: BAIRES NORTE Y BAIRES SUR EL LIMITE VERTICAL INFERIOR DEL TMA BAIRES ESTA DIVIDIDO EN DOS SECTORES (I) 2500 FT AGL/AMSL y (II) FL 45 (I) El límite vertical inferior 2.500 FT AGL/AMSL comprende el espacio aéreo desde intersección límite FIR EZEIZA/FIR MONTEVIDEO con el meridiano 06753W hasta 344958S-0575402W,

Figura 9. Obligatoriedad del uso del *transponder* dentro del TMA BAIRES según AIP

1.9 Comunicaciones

La aeronave LV-MCV realizó las comunicaciones con los servicios de navegación aérea y mantuvo comunicaciones con las dependencias de control de superficie y con el TWR FDO, en las frecuencias 121.85 Mhz y 119.0 Mhz respectivamente, y posteriormente con el TWR AER en la frecuencia 129.3 Mhz. A continuación, se transcriben las comunicaciones realizadas por el LV-MCV con las diferentes dependencias durante el vuelo del accidente.

Tabla 1. Transcripción de las comunicaciones entre el LV-MCV, TWR FDO y TWR AER (realizada por la JIAAC)

Hora UTC	Hora Relativa	Emisor	Comunicación
		LV-MCV	San Fer LV-MCV
		TWR FDO	LV-MCV prosiga para Fernando, buenas tardes
		LV-MCV	Buenas tardes señorita, la posición de punto de espera 05 para... estamos listos
		TWR FDO	Recibido, el LV-MCV está autorizado para ocupar y despegar de pista 05. Viento en superficie 110 grados, intensidad 10 nudos. En despegue va a mantener el ascenso hasta 1500 pies y en el rumbo de la pista hasta 8 millas fuera de Fernando
		LV-MCV	Tenemos autorizado el ingreso a pista y el despegue, eh, ascenso hasta 1500 pies y mantenemos hasta 8 millas de San Fernando
		TWR FDO	Correcto, en el rumbo de la pista
		LV-MCV	Rumbo de la pista
		LV-MCV	(...)
17:24:00	0:00:00	LV-MCV	Despega LV-MCV
		TWR FDO	Despega. 120, intensidad 8
17:24:41	0:00:41	TWR FDO	LV-LV-MCV despegó 17,24. 24 minutos. Puede comunicar 29.3 con Aeroparque, hasta la próxima
17:24:48	0:00:48	LV-MCV	29 3 con Aeroparque, gracias, hasta la próxima
17:25:12	0:01:12	LV-MCV	Aeroparque, LV-MCV
17:25:14	0:01:14	TWR AER	LV-MCV, buenas tardes
17:25:15	0:01:15	LV-MCV	Buenas tardes despegado de San Fer respondiendo 1645
17:25:18	0:01:18	TWR AER	Recibido, manteniendo 1500 pies la proa Ezeiza 19

Hora UTC	Hora Relativa	Emisor	Comunicación
17:25:24	0:01:24	LV-MCV	Con 1500 pies proa Ezeiza 19
17:25:28	0:01:28	TWR AER	Correcto
17:25:58	0:01:58	TWR AER	LV-MCV pulsen ident señor que no... no salen
17:26:03	0:02:03	LV-MCV	Ahí pulsamos ident LV-MCV
17:26:41	0:02:41	TWR AER	LV-MCV no salen aún, que... ¿A cuánto están del VOR de San Fernando?
17:26:48	0:02:48	LV-MCV	Estamos a 7,5 millas de San Fernando
17:26:52	0:02:52	TWR AER	Bueno, pueden continuar el ascenso para 2000 pies y pulsen 1-6-4-5 que siguen sin aparecer
17:27:02	0:03:02	LV-MCV	Ahí pulsamos 1-6-4-5 y ascendemos para 2000
17:27:31	0:03:31	TWR AER	¿LV-MCV?
17:27:33	0:03:33	LV-MCV	(...)
17:27:34	0:03:34	TWR AER	Siguen sin aparecer señor en pantalla
17:27:38	0:03:38	LV-MCV	(...) ident, ¿No le aparece?
17:28:23	0:04:23	TWR AER	¿LV-MCV?
17:28:27	0:04:27	LV-MCV	(...) estamos en 1-6-4-5, ¿No nos copia?
17:28:30	0:04:30	TWR AER	No, no aparecen señor y sino, les voy a tener que pedir que procedan a VANAR para posterior a San Fernando porque no, no aparecen en pantalla
17:28:38	0:04:38	LV-MCV	Bueno, nos pueden pasar otro... otro número para ver (...)
17:28:43	0:04:43	TWR AER	Cambien, cambien a código, a ver, a 1...644, a ver si aparecen
17:28:48	0:04:48	LV-MCV	1644
17:28:51	0:04:51	TWR AER	¿A cuántas millas están de San Fernando?
17:28:54	0:04:54	LV-MCV	Estamos a 16 millas de San Fernando
17:28:57	0:04:57	TWR AER	¿A 6 millas?
17:28:58	0:04:58	LV-MCV	16
17:28:59	0:04:59	TWR AER	Recibido, ¿Están manteniendo 2000 pies?
17:29:02	0:05:02	LV-MCV	Estamos manteniendo 2000 pies con proa Ezeiza 19
17:29:05	0:05:05	TWR	Recibido

Hora UTC	Hora Relativa	Emisor	Comunicación
		AER	
17:29:21	0:05:21	TWR AER	El LV-MCV sigue sin aparecer, eh, les voy a pedir que procedan a VANAR para posterior San Fernando y chequeen
17:29:29	0:05:29	LV-MCV	Hasta hace... hasta que recién llegamos a San Fernando estaba marcando el... el <i>transponder</i>
17:29:34	0:05:34	TWR AER	Sí, pero no, no aparecen en pantalla
17:29:37	0:05:37	LV-MCV	Bueno, nos aparece a nosotros que están recibiendo ustedes...en pantalla
17:29:55	0:05:55	TWR AER	LV-MCV de la presente la proa de VANAR para posterior San Fernando señor y manteniendo 2000 pies
17:30:02	0:06:02	LV-MCV	De la presente proa a VANAR y mantengo 2000 pies
17:30:05	0:06:05	TWR AER	Correcto

NOTA: Audio provisto por el proveedor de servicio de tránsito aéreo (EANA).

La última comunicación entre el TWR AER y la aeronave LV-MCV ocurrió a las 17:30 horas aproximadamente, cuando se indicó a la aeronave ir a VANAR (punto de notificación) y de ahí al aeropuerto de San Fernando, instrucción colacionada por el acompañante. Luego de una serie de intentos de comunicación sin respuesta, a las 17:32 horas, el TWR AER consultó al TWR FDO si el LV-MCV se había comunicado con ellos. El último confirmó que no. Acto seguido se realizó la misma consulta al TMA BAIREs y se obtuvo la misma respuesta.

A las 17:36 horas, el TWR AER consultó a la aeronave LV-ARD, que se dirigía a SADF, si tenían a la vista al LV-MCV. El LV-ARD respondió que la observaban en el Sistema de Alerta de Tráfico y Evitación de Colisión (TCAS), a 10 millas náuticas de distancia y 1700 pies arriba. No obstante, dada la posición y altitud del LV-ARD, la investigación determinó que la aeronave observada no era el LV-MCV.

A las 17:54 horas, el ACC de Ezeiza, luego de haberse comunicado con la TWR AER, notificó al Centro Coordinador de Salvamento (RCC), dependencia del SAR, acerca de una falla de comunicaciones en la aeronave y se inició el proceso de recabado de información.

La imagen siguiente resume cronológicamente la secuencia de las comunicaciones y eventos ocurridos desde el despegue del LV-MCV.

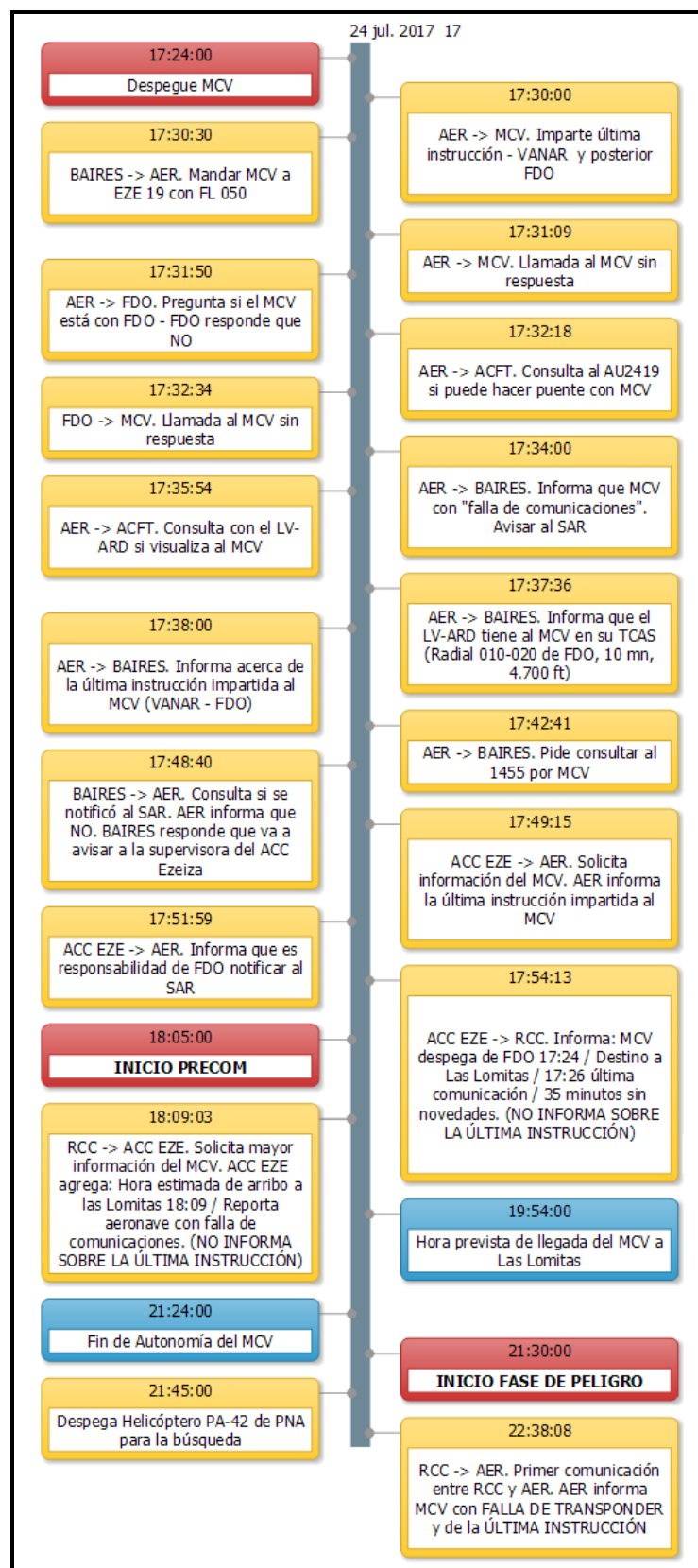


Figura 10. Cronología de eventos según transcripción de comunicaciones

La investigación determinó que, en el vuelo anterior, realizado el mismo día del accidente entre la localidad de Lincoln y el aeropuerto de San Fernando, los servicios de control del TMA BAIRES manifestaron inconvenientes en la detección de la aeronave LV-MCV en el radar, previo al pase con TWR AER. En consecuencia, se le recomendó al piloto revisar el *transponder*, advertencia que fue colocada. La investigación no obtuvo registros de una advertencia del control del TMA BAIRES al aeródromo de San Fernando, ni de algún chequeo o inspección realizados al *transponder* posteriormente a tal vuelo y antes del despegue del vuelo que culminó en el accidente.

1.10 Información sobre el lugar del accidente

El accidente ocurrió en una zona del delta del río Paraná, en proximidades de uno de los brazos del río Paraná Guazú, en las coordenadas geográficas S34°01'24" W58°34'17", a una distancia aproximada de 5 km hacia el noroeste de la última posición de detección del radar de Merlo.

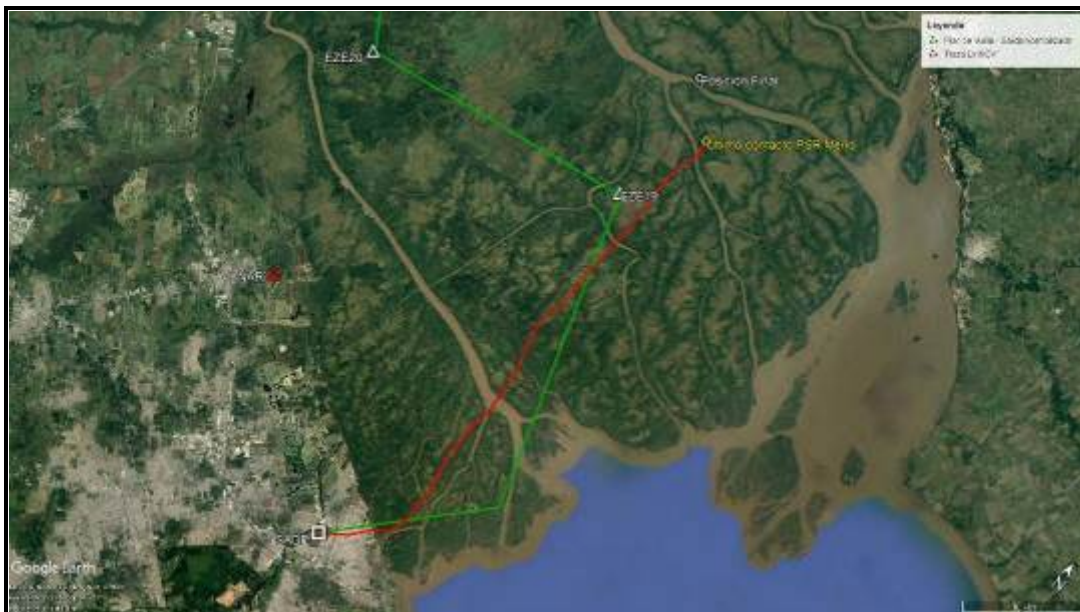


Figura 11. Traza y posición final del LV-MCV



Figura 12. Imagen aérea de la zona de impacto del LV-MCV

1.11 Registradores de vuelo

La aeronave no estaba equipada con registrador de datos de vuelo ni registrador de voces de cabina. La reglamentación no exigía ninguno de estos equipos.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

Los restos de la aeronave y los daños observados en el follaje en el lugar del accidente sugieren que el LV-MCV impactó contra el terreno con un ángulo de 80° (casi perpendicular al terreno) y a alta velocidad. Las fuerzas del impacto, producto de la elevada energía cinética, provocaron la destrucción total de la aeronave.



Figura 13. Imagen aérea del cráter en la zona de impacto del LV-MCV

Si bien la dispersión de los restos de la aeronave abarcó un radio aproximado de 50 metros, principalmente de elementos pequeños, la mayoría de los componentes estructurales primarios, superficies de control de vuelo y dispositivos hipersustentadores fueron encontrados enterrados en un área rectangular de 12 por 6 metros. El motor, la caja reductora y el cubo de hélice del lado derecho fueron hallados a 3 metros de profundidad, mientras que el motor izquierdo, su correspondiente caja reductora y cubo de hélice fueron hallados a 5 metros de profundidad.



Figura 14. Dispersión de restos y/o componentes de la aeronave

1.13 Información médica y patológica

La investigación no obtuvo evidencia de condiciones médico-patológicas que pudieran haber influido en el desempeño del piloto.

Se recolectaron muestras de tejidos y piezas dentarias para realizar el análisis toxicológico, el cual determinó que no había presencia de compuestos o elementos de interés toxicológico en el material peritado.

1.14 Incendio

En los restos hallados y recolectados de la aeronave no se encontraron vestigios de incendio.

1.15 Supervivencia

La evidencia forense a la que tuvo acceso la investigación determinó que, como

consecuencia de la magnitud del impacto, las lesiones mortales de los tres ocupantes se produjeron de manera instantánea.

El 24 de julio a las 17:54 horas el ACC de Ezeiza notificó al Centro Coordinador de Misión, cuya jurisdicción corresponde a la Región de Información de Vuelo (FIR) de Ezeiza (RCC EZE) que la aeronave LV-MCV estaba con falla de comunicaciones.

El RCC realizó la toma de conocimiento y acción inicial, y efectuó lo que se denomina búsqueda previa de comunicaciones (PRECOM), tareas descritas en el *Manual de funcionamiento de la unidad S.A.R. Servicio de búsqueda y salvamento*. Dicho manual era del año 2011 y no estaba estructurado de acuerdo a la RAAC 212, puesta en vigencia el 28 de abril de 2017.

A las 21:30 horas, el RCC declaró la fase de peligro. Minutos más tarde se inició la búsqueda aérea de la aeronave con un helicóptero perteneciente a la Prefectura Naval Argentina, bajo la coordinación de la ANAC. Posteriormente, a las 22:40 horas, el SAR tomó conocimiento tanto que la aeronave no era visible en la pantalla radar, como de la última instrucción colacionada mediante una comunicación con TWR AER. Basado en esta información, y por las coordenadas suministradas por una empresa de telecomunicaciones que daba servicio al celular del piloto, se estableció un patrón de búsqueda inicial. Al día siguiente, para un mejor control operacional de las tareas de SAR, se estableció el subcentro coordinador, de carácter transitorio, en el aeropuerto de San Fernando (RSC FDO).

La búsqueda se prolongó durante 26 días. El 19 de agosto, a las 20:38 horas, un avión de la ANAC reconoció restos de una aeronave accidentada en las coordenadas 34°01'24" S – 58°34'17" W, mientras realizaba un patrullaje en la zona de búsqueda. Posteriormente, una patrulla de la Prefectura Naval Argentina se desplazó hasta el sitio e identificó los restos como pertenecientes a la aeronave LV-MCV.

Los estudios realizados en la autopsia permitieron determinar las identidades de los ocupantes y la ubicación de cada uno en la aeronave. Según el análisis genético, realizado por la Gendarmería Nacional Argentina, se determinó que las muestras de tejido encontradas en los mandos de potencia de motor correspondían al piloto.

La aeronave contaba con un Transmisor Localizador de Emergencia (ELT), marca Artex, con número de parte 453-6603, número de serie 197-06896 y código de identificación D7A64 A6F62 7BAF1. El Centro de Control de Misión Argentina (ARMCC), encargado de brindar el servicio de alerta de socorro satelital, notificó que no se registraron detecciones de radiobalizas en el día y zona del accidente.

La investigación estableció que el código de identificación del ELT de la aeronave accidentada no se encontraba inscripto en el Registro Nacional de Radiobalizas, tal como lo establece la RAAC 91, subparte C, "Requerimientos de equipamientos, instrumentos y de certificados". La Circular de Asesoramiento 91.207-1B establece

que la inscripción en dicho registro es responsabilidad del usuario, al igual que la actualización de los datos de contacto para ser usados en caso de activación de la baliza.

91.207 Transmisor Localizador de Emergencia (ELT)

(a) Excepto por lo previsto en los párrafos (b), (g) e (i) de esta Sección, ninguna persona puede operar una aeronave civil en la República Argentina, a menos que tenga instalado un transmisor localizador de emergencia automático (ELT) en 406 y 121.5 MHz, que:

- (1) Esté en condiciones operativas
- (2) Cumpla con los requerimientos aplicables de la Orden Técnica Estándar OTE-C126 y OTE-C91a.
- (3) Sea un modelo aprobado por COSPAS-SARSAT y
- (4) Su código de 15 dígitos hexadecimales haya sido registrado en el Registro Nacional de Radiobalizas de Localización de Emergencia.

(Enmienda N°02 – B. O. N° 32.035 del 25 noviembre 2010)

Figura 15. RAAC 91.207 ELT

CA: 91.207-1 B 30/05/07

(iii) Los explotadores que quieran obtener la aprobación de aeronavegabilidad para la instalación de un ELT con control remoto, o la aprobación de aeronavegabilidad cuando se instale el sistema de control remoto a un ELT ya instalado, deberá solicitar la aprobación analítica para la instalación del ELT o del sistema de control remoto, a la Dirección Certificación Aero-náutica, antes de realizar los trabajos sobre la aeronave

9. INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE RADIOBALIZAS LOCALIZADORAS DE EMERGENCIA (ELT 406 Mhz)

Es responsabilidad del usuario inscribir la radiobaliza ELT de 406 Mhz de su propiedad y mantener actualizados los datos en el Registro (Junín 1060 7° Piso C.P.1113 Ciudad Autónoma de Buenos Aires). De dichos datos dependerá la respuesta de búsqueda y salvamento en caso de activación de la radiobaliza. El usuario puede consultar la CA 91.207-2 Inscripción en el Registro Nacional de Radiobalizas de Localización de Emergencia (ELT 406Mhz) y requerir asesoramiento sobre la selección del protocolo como de otro tema relacionado en dicho registro al teléfono 4576-6414.

Figura 16. Circular de Asesoramiento 91.207-1 B. Aprobación de aeronavegabilidad de la instalación de radiobalizas de localización de emergencia aeronáutica (ELT) que emiten en frecuencia de 121.5/406 Mhz

El ARMCC de la Fuerza Aérea Argentina tampoco tenía un registro de la aeronave con el ELT y, por lo tanto, no contaba con pruebas operacionales registradas con anterioridad. Por ello, la investigación no pudo determinar el estado de funcionamiento de la radiobaliza antes del accidente.



Figura 17. Estado en que fue hallado el ELT

Los restos del ELT recuperado fueron enviados al taller aeronáutico de reparación Paéz Aviónica, para realizar una inspección visual de sus componentes, evaluar el estado del material y realizar pruebas de funcionamiento a fin de comprobar su correcta operación previa al accidente. No se pudieron realizar pruebas funcionales debido al alto grado de destrucción.

1.16 Ensayos e investigaciones

Los restos de la aeronave LV-MCV fueron encontrados el 19 de agosto, a las 20:38 horas, tras una búsqueda de 26 días. Una vez notificada la JIAAC del hallazgo, se inició el Plan de Respuesta ante Accidente Mayor (PRAM) y se conformó el ETIC con 5 investigadores para dar comienzo a las labores de investigación de campo. Al día siguiente, dicho ETIC se hizo presente en SADF donde se coordinaron los traslados hasta el lugar del accidente con Prefectura Naval Argentina y Gendarmería Nacional Argentina. Se acondicionó un hangar en el aeropuerto para el futuro traslado de los restos de la aeronave y la posterior investigación técnica.

Una vez en el lugar del accidente se tomó contacto con el personal de Prefectura Naval Argentina, encargado de la custodia del área, quienes ya habían establecido un perímetro de seguridad. La zona de impacto de la aeronave estaba concentrada en un cráter de aproximadamente 80 m², cubierto de agua, y con una dispersión de restos que abarcaba una circunferencia de 50 metros de radio. Tras la autorización de la autoridad judicial a cargo, el ETIC comenzó con las labores de campo. Dividió en sectores el perímetro alrededor de la zona de impacto, relevó y fotografió todos los restos de la aeronave en su posición final.



Figura 18. Zona de impacto de la aeronave

El trabajo inicial de campo se prolongó cuatro días, en los cuales entre otras tareas se extrajeron los restos de los ocupantes, además de los restos de mayor tamaño correspondientes a la aeronave. Posteriormente, se acudió al sitio del accidente en otras cinco ocasiones. Las primeras cuatro consistieron en la búsqueda del transponder y los sistemas de navegación de la aeronave. Dadas las condiciones del terreno y la magnitud del impacto, no fue posible hallar estos equipos. La zona fue liberada el 18 de octubre.

Para una mayor comprensión de las tareas realizadas durante la investigación de campo véase el Apéndice I.

Identificación y análisis de componentes

Todos los componentes y documentación de la aeronave, así como las pertenencias de los ocupantes extraídos del lugar del accidente, fueron trasladados al hangar en SADF. Mediante la utilización del catálogo de partes ilustrado de la aeronave se identificaron la mayoría de los componentes, entre ellos todas las superficies de control de vuelo. Sin embargo, no fue factible realizar pruebas de movimiento de ningún comando, dado el grado de destrucción de la aeronave.



Figura 19. Disposición de los componentes principales realizada en el hangar

Se corroboró que los sinfines de transferencia de movimiento del flap y tren de aterrizaje se encontraban en la posición arriba al momento del impacto. Ambos motores se encontraron separados de las cajas reductoras de hélice (*Propeller Gearbox*, PGB) y registraban daños en toda su estructura y componentes. Además, se encontraban internamente cubiertos de una mezcla de lodo y combustible. En cuanto a los cubos de hélice, se hallaron instalados en sus PGB correspondientes, pero sin ninguna de las palas asociadas. Los motores fueron enviados al fabricante (Honeywell, EE.UU.) para un examen detallado de los daños y para la determinación del empuje al momento del impacto.

El fabricante informó que durante el desarme de ambos motores se determinó que no existieron condiciones preexistentes que pudieran haber afectado su desempeño. Además, los daños observados indican que ambos motores se encontraban generando potencia al momento del impacto.



Figura 20. Motor izquierdo y derecho del LV-MCV

Se hallaron las tapas de servicio de combustible y se comprobó que se encontraban cerradas al momento del impacto. No obstante, los sellos de estas se hallaron fuera de su alojamiento. El 25 de julio se extrajeron muestras de combustible de la unidad cisterna del aeropuerto que abasteció a la aeronave antes de su partida. Las muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM) de la Fuerza Aérea Argentina (FAA), que determinó que se encontraban aptas y se correspondían con combustible JET-A1.

Aún cuando se recuperaron diversos instrumentos, equipos y comandos, tanto de vuelo como de potencia, no fue posible determinar estados de indicación, estados de servicio y continuidad de conducción eléctrica, entre otros, debido a su grado de destrucción.

La aeronave no estaba equipada con el Sistema de Advertencia y de Aviso de Proximidad del Terreno (TAWS) conforme establece la RAAC 91, subparte C, "Requerimientos de equipamientos, instrumentos y de certificados". Ese equipo es un sistema de seguridad que alerta automáticamente a los pilotos cuando su aeronave se encuentra próxima al terreno y en potencial peligro. Se basa en las lecturas del radio altímetro, a partir de las cuales proyecta tendencias de impacto contra el terreno.

La aeronave tampoco contaba con un sistema de alarma de sobrevelicidad. La reglamentación vigente en la República Argentina no lo exige para aeronaves de esta categoría.

Toda la documentación técnica aeronáutica y personal de los ocupantes de la aeronave se encontraba en un estado de avanzado deterioro y con signos de descomposición, producto de la gran cantidad de días en inmersión.

Para mayor información, véase el Apéndice II que describe todas las tareas desarrolladas y los hallazgos obtenidos producto de las pruebas realizadas en el hangar.

Detección de la aeronave por los sistemas de radar

Al momento del accidente, un total de cuatro radares (tres integrantes del ACC de Ezeiza y otro perteneciente a la Fuerza Aérea Argentina) se encontraban en la zona de cobertura y podían captar al LV-MCV dada su altitud.

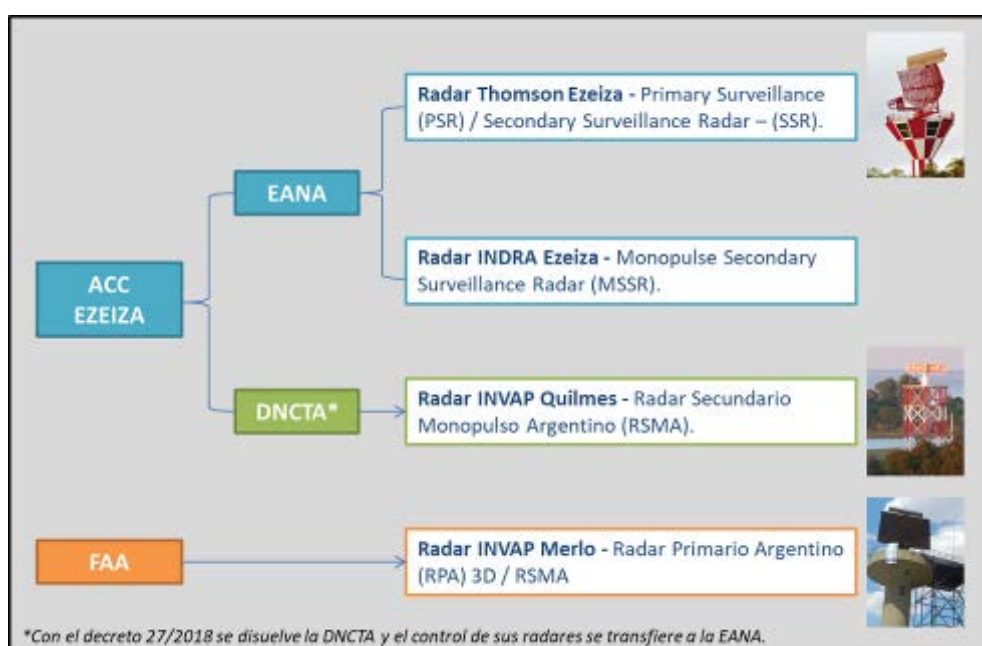


Figura 21. Radares en la zona de cobertura del LV-MCV

El día del accidente, entre las 11:50 y las 19:40 horas, el radar Thomson de Ezeiza fue desconectado del Sistema Automático de Control de Tránsito Aéreo (AirCon) para tareas de mantenimiento debido a errores de presentación en las pantallas de los controladores, acción que no cuenta con un protocolo de notificación a los servicios de control aéreo que utilizan esta información. Sin embargo, durante este período, el radar se mantuvo funcionando y captando aeronaves en intervalos, mientras los técnicos realizaban las tareas de mantenimiento. Mediante el análisis de los datos “crudos”, se comprobó que el radar secundario del Thomson detectó e identificó al LV-MCV. En total, el radar envió 39 informes de traza, entre los cuales el último registro con la aeronave detectada fue a las 17:30:23 horas. Al respecto, debe mencionarse que el aeropuerto de Carrasco (Uruguay) visualizó la aeronave en sus pantallas radar, pero dicha información provino de una repetidora del radar Thomson. Dado que el sistema de control uruguayo es independiente del argentino,

el primero no se vio afectado durante el período en el cual el radar estuvo desconectado del sistema AirCon del ACC de Ezeiza.

Se determinó que el radar INDRA no captó al LV-MCV durante el vuelo en ningún momento, mientras que el radar INVAP de Quilmes lo hizo en una única vuelta de antena, a las 17:25:53 horas.

El radar INVAP de Merlo, perteneciente a la Fuerza Aérea Argentina, detectó al LV-MCV en vuelo durante 5:50 minutos, desde las 17:25:01 horas, respondiendo en modo C a 500 pies de altitud, hasta las 17:30:41 horas, cuando ocurrió la última respuesta del transponder. El último contacto, proveniente del radar primario de Merlo, fue a las 17:30:51 horas.

Las novedades en el funcionamiento del *transponder* se manifestaron también en dos vuelos de la misma aeronave. El día anterior al accidente, el 23 de julio, la aeronave realizó dos vuelos entre la localidad de Bragado y La Puntilla, provincia de Mendoza, y entre La Puntilla y Lincoln. Se comprobó que en ambos vuelos ocurrieron, también, pérdidas de detección de la aeronave mientras ingresaba y egresaba del TMA Mendoza. La misma situación se constató el día del accidente, en el vuelo anterior realizado entre Lincoln y SADF, mientras la aeronave ingresaba al TMA BAIREES. Según registros obtenidos del proveedor de servicio, dicha dependencia de control sugirió al piloto del LV-MCV que corroborara el funcionamiento del *transponder*.

Para mayor información, el Apéndice III describe toda la información relevada de las diferentes fuentes de radar, así como las novedades observadas en la respuesta del *transponder* de la aeronave en diversos vuelos.

1.17 Información orgánica y de dirección

Aibal S.A.

La aeronave pertenecía a la empresa privada Aibal S.A., con domicilio en el partido de Bragado, provincia de Buenos Aires. Era utilizada para vuelos privados y traslado de personal. La empresa contaba con dos aeronaves: un Beechcraft V-35-B, matrícula LV-CMQ, y la aeronave Mitsubishi MU-2B-26A, matrícula LV-MCV. Dicha empresa operaba sus aeronaves bajo las exigencias de la RAAC 91 “Reglas de vuelo y operación general”.

La operación bajo la RAAC 91 no exige tener un Certificado de Explotador de Trabajo Aéreo (CETA) ni un Certificado de Explotador de Servicios Aéreos (CESA), ni tener a los pilotos afectados a la empresa mediante un anexo. Por lo tanto, la empresa y el piloto tenían una relación contractual. Esta se manifiesta en las autorizaciones de vuelo que se hallaron en el lugar del accidente. Esta

documentación fue certificada por escribano público y se constató que el piloto accidentado fue autorizado a volar la aeronave el 12 de junio de 2017.

El presidente y propietario de la empresa era piloto y tenía experiencia de vuelo en la aeronave. Según se pudo constatar en el libro de vuelo del piloto accidentado, habían realizado juntos más de 30 vuelos en el LV-MCV.

Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA)

Es una Sociedad del Estado bajo la órbita del Ministerio de Transporte de la Nación (Ley 27.161). Es la Prestadora del Servicio público esencial de Navegación Aérea (PSNA) en la República Argentina y sus aguas jurisdiccionales. Al momento del accidente, operaba en 47 aeródromos y aeropuertos y en cinco ACC. Es la autoridad que implementa como política pública la planificación, dirección, coordinación y administración del tránsito aéreo, de los servicios de telecomunicaciones e información aeronáutica, de las instalaciones, infraestructuras y redes de comunicaciones del sistema de navegación aérea. Al momento del accidente la empresa se encontraba en la fase I de implementación del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS).

Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)

Es la autoridad aeronáutica de la República Argentina. Se trata de un organismo descentralizado dependiente del Ministerio de Transporte de la Nación. Su misión consiste en normar, regular y fiscalizar la aviación civil argentina, instruyendo e integrando a la comunidad aeronáutica. Al momento del accidente, la ANAC se encontraba a cargo del SAR.

1.18 Información adicional

Antecedentes del Mitsubishi MU-2

En total se fabricaron 704 aeronaves Mitsubishi MU-2 en sus diferentes modelos. De estas, 40 se corresponden con la versión MU-2B-26A, la misma del LV-MCV.

Tabla 2. Número de aeronaves de la familia MU-2 fabricadas y operativas a día 1 de julio de 2017

MU-2 Fleet Statistics

As of July 1, 2017

#	MODEL	SALES DESIGNATION	NO. PRODUCED	NO. OF ACTIVE A/C	USA	REST OF THE WORLD
1	MU-2B	B	32	0	0	0
2	MU-2B-10	D	15	0	0	0
3	MU-2B-15	DP	3	0	0	0
4	MU-2B-20	F	96	16	13	3
5	MU-2B-25	K	75	34	26	8
6	MU-2B-26	M	26	18	15	3
7	MU-2B-26A	P	40	28	23	5
8	MU-2B-30	G	43	1	0	1
9	MU-2B-35	J	106	13	9	4
10	MU-2B-36	L	41	11	9	2
11	MU-2B-36A	N	31	19	14	5
12	MU-2B-40	SOLITAIRE	57	41	37	4
13	MU-2B-60	MARQUISE	139	82	59	23
TOTAL			704	263	205	58

La flota de Mitsubishi MU-2B tiene un historial singular de accidentes a nivel mundial. En total, desde el año 1968 hasta julio del año 2017 (sin incluir al LV-MCV), se conocen 200 sucesos en los que este tipo de aeronave se vio involucrada en un accidente. Esto se traduce en un promedio de 4,2 accidentes por año. Un análisis en profundidad permitió determinar que las causas atribuidas son de diversa índole, aunque aproximadamente en el 28% de los casos existió una pérdida de control en vuelo de la aeronave.

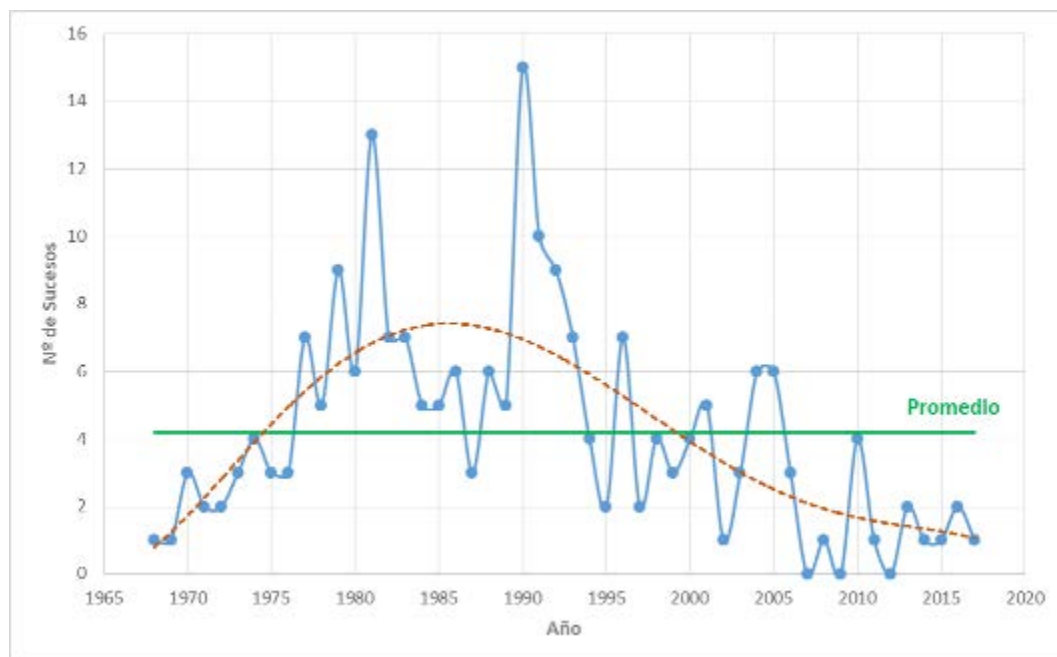


Figura 22. Evolución en la tasa de sucesos del Mitsubishi MU-2B

Dentro de la República Argentina se registró un accidente fatal ocurrido en el año 1995 con la aeronave matrícula LV-MOP, y un incidente en el año 2012 durante el encendido de un motor en plataforma de la aeronave matrícula LV-MGC.

En el 2008, la *Federal Aviation Administration* (FAA) emitió nuevas reglas de capacitación destinadas específicamente a los pilotos de MU-2. Tras una serie de accidentes, sumada a una revisión de ciertos aspectos sobre la certificación de la aeronave, la FAA publicó en el año 2008 la *Special Federal Aviation Regulation* (SFAR) 108. Esta establecía como mandatorio un entrenamiento específico de los pilotos para volar este tipo de aeronaves, además de fijar requerimientos en cuanto a experiencia de vuelo. En noviembre de 2017, la SFAR 108 fue actualizada y reubicada como subparte N de la *Federal Aviation Regulation*, (FAR) parte 91, “*General operating and flight rules*”.

Tanto el entrenamiento de vuelo como los requisitos de experiencia de la SFAR 108 estaban basados en una evaluación de la aeronave realizada por la FAA. En los 20 años previos a esta regulación, las aeronaves de la familia MU-2B experimentaron 80 accidentes en los Estados Unidos, con un total de 40 fallecidos. Con posterioridad a la implementación de la SFAR 108, sólo hubo dos accidentes fatales.

Desde la emisión de la SFAR 108 hasta el momento del accidente del LV-MCV, la autoridad aeronáutica no había adoptado medidas similares.

Normativa y procedimientos de los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS)

La ANAC –responsable de fiscalizar, regular y supervisar el suministro de los ATS– dispone del Reglamento de Servicios de Tránsito Aéreo aplicable, entre otros, a los proveedores de servicios de navegación aérea. En dicho reglamento, sección E, “Servicio de Alerta”, se establecen qué dependencias deben notificar al RCC en caso de que una aeronave se enfrente a una situación de emergencia.

- a) Las dependencias ATS suministrarán el Servicio de Alerta:
 - 1) A todas las aeronaves a las cuales se suministre Servicios de Control de Tránsito Aéreo.
 - 2) En la medida de lo posible, a todas las demás aeronaves que hayan presentado un Plan de Vuelo o de las que, por otros medios, tengan conocimiento los Servicios de Tránsito Aéreo.
 - 3) A todas las aeronaves que se sepa o se sospeche que están siendo objeto de interferencia ilícita.
- b) Los Centros de Información de Vuelo o los Centros de Control de Área servirán de base central para reunir toda información relativa a la situación de emergencia de cualquier aeronave que se encuentre dentro de la correspondiente Región de Información de Vuelo o Área de Control y para transmitir tal información al Centro Coordinador de Salvamento apropiado.
- c) En el caso de que una aeronave se enfrente con una situación de emergencia mientras se encuentra bajo el control de la Torre de Control de un aeródromo o de una dependencia de Control de Aproximación, la que corresponda de estas dependencias, notificará inmediatamente el hecho al correspondiente Centro de Control de Área; el cual a la vez, lo notificará al Centro Coordinador de Salvamento (RCC). No obstante, si la naturaleza de la emergencia es tal que resulte superflua la notificación, ésta no se hará.
 - 1) Sin embargo, siempre que la urgencia de la situación lo requiera, la Torre de Control del aeródromo o la dependencia de Control de Aproximación responsable, procederá primero a alertar y a tomar las demás medidas necesarias para poner en movimiento todos los organismos locales apropiados de salvamento y emergencia, capaces de prestar la ayuda inmediata que se necesite.

Figura 23. Servicio de alerta según Reglamento de los Servicios de Tránsito Aéreo de ANAC

Dicho reglamento también establece las diferentes fases de alarma: Incertidumbre (INCERFA), Alerta (ALERFA) y Peligro (DETRESFA).

- 99. Notificación a los Centros Coordinadores de Salvamento (RCC).**
- a) Con excepción de lo prescrito en la subsección 89 y sin perjuicio de cualquier otra circunstancia que aconseje tal medida, las dependencias de los Servicios de Tránsito Aéreo notificarán inmediatamente a los Centros Coordinadores de Salvamento (RCC) de jurisdicción, cuando consideren que una aeronave se encuentra en estado de emergencia, de conformidad con lo siguiente:
 - 1) Fase de incertidumbre:
 - i) Cuando no se haya recibido ninguna comunicación de la aeronave dentro de los 30 minutos siguientes a la hora en que debería haberse recibido de ella una comunicación, o siguientes al momento en que por primera vez se trató infructuosamente, de establecer comunicación con dicha aeronave, lo primero que suceda; o
 - ii) cuando la aeronave no llegue dentro de los 30 minutos siguientes a la hora

Figura 24. Fases de alarma según Reglamento de los Servicios de Tránsito Aéreo de ANAC (Parte 1)

prevista de llegada últimamente anunciada por ella, o a la calculada por las dependencias, la que de las dos resulte más tarde, a menos que no existan dudas acerca de la seguridad de la aeronave y sus ocupantes.

2) Fase de alerta:

- i) Cuando, transcurrida la fase de incertidumbre, en las subsiguientes tentativas para establecer comunicación con la aeronave, o en las averiguaciones hechas de otras fuentes pertinentes, no se consigan noticias de la aeronave; o
- ii) cuando una aeronave haya sido autorizada para aterrizar y no lo haga dentro de los 5 minutos siguientes a la hora prevista de aterrizaje y no se haya podido restablecer la comunicación con la aeronave; o
- iii) cuando se reciban informes que indiquen que las condiciones de funcionamiento de la aeronave no son normales, pero no hasta el extremo de que sea probable un aterrizaje forzoso, a menos que haya indicios favorables en cuanto a la seguridad de la aeronave y de sus ocupantes; o
- iv) cuando se sepa o se sospeche que una aeronave está siendo objeto de interferencia ilícita.

3) Fase de peligro.

- i) Cuando, transcurrida la fase de alerta, las nuevas tentativas infructuosas para establecer comunicación con la aeronave y cuando más extensas comunicaciones de indagación, hagan suponer que la aeronave se halla en peligro; o
- ii) cuando se considere que se ha agotado el combustible que la aeronave lleva a bordo o que es insuficiente para permitirle llegar a lugar seguro; o
- iii) cuando se reciban informes que indiquen que las condiciones de funcionamiento de la aeronave son anormales hasta el extremo de que se crea probable un aterrizaje forzoso; o
- iv) cuando se reciban informes o sea lógico pensar que la aeronave está a punto de hacer un aterrizaje forzoso o que lo ha efectuado ya,
a menos que casi se tenga la certidumbre de que la aeronave y sus ocupantes no se ven amenazados por ningún peligro grave ni inminente y de que no necesitan ayuda inmediata.

Figura 25. Fases de alarma según Reglamento de los Servicios de Tránsito Aéreo de ANAC (Parte 2)

Además, existen los Procedimientos Generales - Gestión del Tránsito Aéreo (PROGEN-ATM), vigentes a partir del 1 de marzo de 2017, que establecen los procedimientos a seguir por las dependencias de Control de Tránsito Aéreo (ATC) ante una falla del *transponder*. En el capítulo 8, sección 8.8.3.3, "Falla del transpondedor de aeronaves en zonas donde es obligatorio llevar un transponder" se permite a la dependencia, en caso de falla del *transponder*, procurar atender la continuación del vuelo hasta el primer aeródromo de aterrizaje previsto o, en determinadas circunstancias, exigir a la aeronave que regrese al aeródromo de salida.

8.8.3.3 FALLA DEL TRANSPONDEDOR DE AERONAVE EN ZONAS
DONDE ES OBLIGATORIO LLEVAR UN TRANSPONDEDOR

8.8.3.3.1 Cuando la aeronave que experimente una falla del transpondedor después de la salida opere o vaya a operar en una zona donde sea obligatorio llevar un transpondedor con funciones especificadas, las dependencias ATC en cuestión deberán procurar atender la continuación del vuelo hasta el primer aeródromo de aterrizaje previsto de conformidad con el plan de vuelo. Sin embargo, en determinadas situaciones del tránsito, ya sea en las áreas terminales o en ruta, puede no ser posible continuar el vuelo, especialmente cuando la falla se detecte poco después del despegue. Podrá exigirse entonces a la aeronave que regrese al aeródromo de salida o aterrice en el aeródromo adecuado más cercano aceptable para el explotador en cuestión y el ATC.

8.8.3.3.2 En el caso de que la falla del transpondedor se detecte antes de la salida de un aeródromo donde no sea posible efectuar la reparación del transpondedor, deberá permitirse que la aeronave en cuestión se dirija, lo más directamente posible, al aeródromo adecuado más cercano donde pueda efectuarse la reparación. Al conceder la autorización a dicha aeronave, el ATC deberá tomar en consideración la situación del tránsito actual o previsto y podrá tener que modificar la hora de salida, el nivel de vuelo o la ruta del vuelo previsto. Podrá resultar necesario hacer ajustes subsiguientes durante el transcurso del vuelo.

Figura 26. Falla de *transponder* según PROGEN-ATM

Entrenamiento en la aeronave en la República Argentina

Según las definiciones establecidas en la RAAC 61 “Licencias, certificado de competencia y habilitaciones para piloto”, la aeronave Mitsubishi MU-2B se corresponde con una aeronave compleja y de alta performance. Además, se trata de una aeronave presurizada que puede operar a gran altitud. Todas estas son características que imponen una instrucción adicional en la aeronave, tal como se establece en la parte 61.

Aeronave compleja: Aeronave que posee flaps, tren de aterrizaje retráctil y control de paso de hélice, o en el caso de hidroavión, flaps y paso de hélice variable.

Aeronave de alta performance: Aeronave de más de 450 HP de potencia instalada.

Figura 27. RAAC 61.1 Definiciones de aeronave compleja y de alta performance (4º Edición)

61.32 Instrucción adicional para ciertas aeronaves		
<p>(a) Aeronaves complejas: Ningún titular de una licencia podrá desempeñarse como piloto o copiloto de una aeronave compleja, sin que un Instructor de Vuelo habilitado le haya impartido instrucción en tierra y en vuelo para adaptarlo a la aeronave en cuestión y deje registrado en el Libro de Vuelo del solicitante la certificación de la instrucción recibida, como así mismo registrada la adaptación correspondiente para operar una aeronave definida como compleja.</p> <p>(b) Aeronaves de alta performance: Ningún titular de una licencia podrá desempeñarse como piloto o copiloto (según corresponda) de una aeronave de alta performance, cuyo peso máximo de despegue sea menor a 5.700 Kgs. si no demuestra que un Instructor de Vuelo habilitado le haya impartido instrucción en tierra y en vuelo para adaptarlo a la aeronave en cuestión y deje registrado en el Libro de Vuelo del solicitante la certificación de la instrucción impartida, como asimismo registrar la adaptación correspondiente para operar dicha aeronave.</p> <p>(c) Aeronaves presurizadas capaz de operar a gran altitud: Ningún titular de una licencia podrá desempeñarse como piloto o copiloto de una aeronave presurizada que tiene un techo de servicio de 25.000 pies (MSL) o superior, si no ha recibido instrucción teórica en tierra y en vuelo impartida por un Instructor de Vuelo que cuente con esta adaptación quien deberá certificar que tal persona ha cumplimentado:</p> <p>(1) Como mínimo los siguientes temas de conocimientos teóricos:</p> <p>(i) Aerodinámica y meteorología.</p> <p>(ii) Respiración;</p> <p>(iii) Efectos, síntomas, y causas de la hipoxia y todo otro malestar producido por el vuelo a gran altura;</p> <p>(iv) Duración del estado de conciencia sin oxígeno suplementario;</p> <p>(v) Efectos del uso prolongado de oxígeno suplementario;</p> <p>(vi) Causas y efectos de la expansión del gas y de la formación de burbujas de gas;</p>		
10 agosto 2015	4º Edición	ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AVIACIÓN CIVIL

Figura 28. RAAC 61.32, Instrucción adicional para ciertas aeronaves (4º Edición)

RAAC PARTE 61	SUBPARTE A 1. 11
<p>(vii) Medidas preventivas para eliminar la expansión del gas, la formación de burbujas de gas, y los males por la gran altura;</p> <p>(viii) Fenómenos físicos e incidentes por la descompresión; y</p> <p>(ix) Todos los otros aspectos fisiológicos del vuelo a gran altura.</p> <p>(2) Si ha recibido instrucción en vuelo:</p> <p>(i) Impartida por un Instructor de Vuelo que cuente con esta adaptación en una aeronave presurizada, o</p> <p>(ii) En un entrenador sintético de vuelo que sea representativo de la aeronave presurizada en cuestión, y</p> <p>(iii) Haya sido autorizado por el Instructor de Vuelo y tenga certificado en el Libro de Vuelo, que la persona ha demostrado seguridad y conocimientos en la operación de una aeronave presurizada.</p> <p>(3) La instrucción de vuelo debe incluir, por lo menos, los siguientes temas:</p> <p>(i) Operaciones de vuelo en crucero normal volando por encima de los 25.000 pies (MSL);</p> <p>(ii) Procedimientos apropiados de emergencia para simular una descompresión rápida, (sin despresurizar realmente la aeronave); y</p> <p>(iii) Procedimientos simulados de descenso de emergencia.</p> <p>(4) La instrucción y la constancia no son requeridas si dicha persona tiene certificado en su Libro de Vuelo que ha operado aeronaves presurizadas con anterioridad.</p> <p>(d) Adaptación específica para una determinada aeronave: Ningún titular de una licencia podrá desempeñarse como piloto o copiloto de una aeronave que la Autoridad Aeronáutica competente ha determinado que requiere instrucción específica si no ha recibido la instrucción teórica en tierra y en vuelo para dicha aeronave, o en un entrenador sintético de vuelo que sea representativo de la aeronave para la cual se requiere cumplir con estas exigencias, las que serán impartidas por un Instructor de Vuelo habilitado, quien certificará en el Libro de Vuelo del causante, la instrucción que ha recibido.</p>	

Figura 29. RAAC 61.32 Instrucción adicional para ciertas aeronaves (4º Edición)

Pruebas operacionales e inspección anual del ELT

De acuerdo con el último formulario 337 vigente, el ítem 6 expresa: "Chequeo anual

conforme RAAC 91.207 de ELT realizado por Redimec 1B-391-S01, bajo O/T 16-061, de fecha 23/SEP/16 con reemplazo de batería, nueva fecha de vencimiento de la misma OCT/2023”.

El ARMCC en su página web⁶ establece un procedimiento voluntario de pruebas de las radiobalizas con el fin de evitar falsas alertas. Entre los requisitos necesarios para realizar tal prueba, se establece que la baliza debe estar registrada en el organismo correspondiente.

Prueba de Radiobalizas

Es normal que el usuario o el técnico quiera verificar el funcionamiento de un elemento tan vital como es la radiobaliza de emergencia

Por esa causa, se reciben en el ARMCC gran cantidad de **falsas alertas** motivadas por la acción del usuario o técnico que sencillamente activa la baliza, sin conocer que a partir de ese momento se ponen en funcionamiento distintas acciones de los Servicios de Búsqueda y rescate, por lo tanto: **Nunca pruebe una baliza de 406 MHz en modo operacional, debe hacerlo solo en "Modo de Test"**.

Si le fuera necesario realizar la prueba en **Modo operacional**, el SASS a implementado un mecanismo, que consta de dos pasos, y que le permitirá realizar la prueba sin generar una falsa alarma, tenga en cuenta que:

La prueba solo puede hacerse cuando:

- ❖ La baliza se encuentra codificada con código de país 701 (Argentina).
- ❖ La baliza **YA fue registrada en el organismo correspondiente**.
- ❖ La activación se realizará en el área de responsabilidad del ARMCC.
- ❖ El pedido de fecha para realizar la prueba, debe realizarse con 5 días de anticipación.
- ❖ Este test **no sirve** para cumplimentar la prueba que solicita la DNA para la "Aprobación de Aeronavegabilidad de radiobalizas de Localización de Emergencia Aeronáutica (ELT)".

Figura 30. Página web del ARMCC. Prueba de Radiobalizas

La investigación no obtuvo registros relacionados con pruebas operacionales del ELT que integraran al ARMCC.

1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

Se aplicaron las de rutina.

⁶ <http://www.sass.gov.ar/txt/armcc.html>.

2. ANALISIS

2.1 Introducción

El análisis se orienta a detectar las falencias que pudieron haber contribuido al desencadenamiento del accidente, considerando tanto aspectos técnicos como operativos. La aeronave no contaba con ningún medio de registro de datos. Por ello, el análisis se fundamenta en las evidencias halladas en los restos de la aeronave, registros de mantenimiento, libros de vuelo, comunicaciones, información radar e información meteorológica.

Se evalúa la condición de aeronavegabilidad de la aeronave, además de considerar las características particulares de la familia de aviones Mitsubishi MU-2B, que requiere de una formación y técnicas de entrenamiento específicas. En este marco, se evalúa el desempeño operativo en la cabina de mando, se desarrolla el contexto en el que se llevó a cabo el vuelo y se destacan aspectos relacionados con la carga de trabajo que pudo haber experimentado el piloto.

El análisis también ahonda en el funcionamiento del sistema *transponder* a bordo de la aeronave y de los sistemas radar ubicados en tierra. Además, se incluyen consideraciones sobre los aspectos de supervivencia, aspectos relacionados con el ELT, y relativos a los procedimientos y tareas efectuadas por las diferentes dependencias ATS y SAR, luego de la desaparición de la aeronave.

2.2 Aspectos técnicos-operativos

Condición de aeronavegabilidad de la aeronave

La aeronavegabilidad es la aptitud técnica y legal de una aeronave para que sea operada en forma segura. El formulario DA-337 refleja la aceptación y el aval de la ANAC en cuanto a la aptitud técnica y legal de la aeronave sobre la base de la evidencia material y documental presentada al momento de la emisión del documento.

La investigación estableció que la aeronave era mantenida de acuerdo con las especificaciones del fabricante y que su formulario DA-337 estaba vigente al momento del accidente. Sin embargo, dado que la aeronave no poseía el sistema TAWS, la misma no reunía las condiciones de aeronavegabilidad requerida para su operación bajo las regulaciones aplicables. Si bien la falta de dicho sistema no disminuyó el desempeño de la aeronave en vuelo y no puede considerarse como factor contribuyente a este accidente, la exigencia constituye una defensa para la seguridad del vuelo, y la no observancia es por lo tanto una deficiencia de seguridad operacional.

Además, la aeronave poseía una limitación para operar solo en condiciones de vuelo visual (VFR) debido a la falta del certificado tipo suplementario correspondiente a la modificación del sistema NAV/COM, tal como se establece en el apartado 1.6 “Información sobre la aeronave”.

No obstante, el plan de vuelo presentado era instrumental, identificándose una discrepancia con lo establecido con la RACC 91.153 apéndice (i). En este sentido, la oficina de plan de vuelo no disponía de medios, aparte del formulario DA-337, que le permitieran comprobar de manera rápida y directa si la aeronave poseía restricciones (como en el presente caso de realizar vuelos IFR) y/o limitaciones, previo a la aceptación de dicho plan de vuelo. Aun cuando el formulario DA-337 vigente presentado poseía la restricción antes mencionada, el diseño del mismo y la cantidad de información vertida en su punto 9 “Descripción del trabajo realizado” no facilitaba que dicha restricción pudiera ser observada por no poseer un casillero específico para estas limitaciones.

La investigación determinó que las deformaciones y fracturas observadas en los componentes hallados de la aeronave fueron producto del impacto. Se recuperaron e identificaron los componentes estructurales primarios y todas las superficies de control de vuelo de la aeronave. Puede inferirse que la misma no tuvo desprendimiento de ninguna de ellas en vuelo. No se determinaron condiciones técnicas preexistentes que pudieran haber intervenido o contribuido en la dinámica del suceso. La configuración de flaps y tren de aterrizaje se condecía con la fase de vuelo en la que se encontraba la aeronave.

Características y entrenamiento en la aeronave




La familia de aeronaves Mitsubishi MU-2B posee características particulares que la diferencian de otras aeronaves utilizadas en la aviación general. Como ya fue mencionado, la principal diferencia entre el MU-2B y otras aeronaves turbohélices reside en el uso de *spoilers* en vez de alerones para el control lateral, aunque dispone de compensadores de alerón (ubicados en el borde de fuga del flap externo y actuados eléctricamente). Los *spoilers* son efectivos en un amplio rango de velocidades y se encuentran ubicados a lo largo de toda la envergadura alar, por delante de la zona de desprendimiento de la capa límite, y proporcionan buen control lateral aún a bajas velocidades. La efectividad en los *spoilers* hace que el régimen de rolido a bajas velocidades sea similar al de altas velocidades. En contraste, en aeronaves turbohélice de similar porte, a medida que la aeronave reduce su velocidad, los alerones son menos efectivos y el régimen de rolido menor. Además, esta forma de control lateral de la aeronave no genera guiñada adversa, por lo que no resulta necesario utilizar el timón de dirección para realizar virajes coordinados.



Figura 31. Spoilers (izquierda) y alerones (derecha) utilizados para el control lateral

Una baja relación de aspecto⁷ y una elevada carga alar⁸ generan cualidades de control que otorgan a esta familia de aeronaves una sensación de vuelo similar a la de los aviones reactores. Por ello, es necesario que durante el proceso de formación de los pilotos para esta aeronave se haga hincapié en las diferentes características operativas que la misma presenta.

Tabla 3. Comparación en comportamiento aerodinámico

Aeronave		Relación de Aspecto	Carga Alar (kg/m ²)
Mitsubishi MU-2B-26A		7,71	287
Learjet 31		7,22	287
Beechcraft B200		9,78	206

⁷ Relación de aspecto es una medida de cuan larga y esbelta es el ala de una aeronave de punta a punta. Se define como la relación entre la envergadura y la cuerda alar.

⁸ Carga alar se define como el peso de la aeronave dividido la superficie alar. Una elevada carga alar supone, entre otras cosas, una aeronave con mejor maniobrabilidad.

En la República Argentina esta aeronave se encuadra dentro de las definiciones de aeronave compleja, de alta performance, y presurizada con capacidad de operar a gran altitud. Dichas características, y en particular el hecho que sea una aeronave presurizada, supone una instrucción adicional, tal y como establece la RAAC 61. Según su libro de vuelo, el piloto fue adaptado a la aeronave en junio de 2017. No obstante, no se obtuvieron registros de que hubiera cumplimentado con la instrucción adicional exigida por el párrafo 61.32 de la RAAC.

La normativa vigente en Argentina no considera las características particulares que esta aeronave presenta, en contraste con otras aeronaves turbohélice de porte similar. Las características del MU-2B son más parecidas a las de aeronaves reactores que exigen habilitaciones tipo. No existe un plan estandarizado de formación para pilotos que enfatice las diferentes características de vuelo del MU-2B ni sus técnicas específicas de operación. Un programa de entrenamiento estandarizado resulta entonces crítico para la operación segura de este tipo de aeronave, sobre todo cuando se considera el número de accidentes en los que se ha visto involucrado, particularmente aquellos con pérdida de control en vuelo.

Estadísticamente, los MU-2B presentan una tasa de accidentes superior a la media de aeronaves comparables. Más del 25% de aeronaves MU-2B protagonizaron un suceso. La mayoría ocurrió en Estados Unidos, país que a julio del año 2017 agrupaba casi el 80% de la familia de aeronaves MU-2B que permanecían operativas a nivel mundial. En respuesta al incremento de incidentes y accidentes que implicaba a estas aeronaves dentro de dicho país, en julio del año 2005, la FAA impulsó una evaluación de seguridad de los MU-2B. Con la asistencia de pilotos y personal de mantenimiento se evaluó el diseño, operaciones, entrenamiento y mantenimiento de esta familia de aeronaves a fin de determinar si continuaban cumpliendo los requisitos mínimos de certificación. Asimismo, se establecieron los pasos a seguir para asegurar la continuidad en su operación segura.

Entre los diferentes hallazgos, la FAA determinó que los MU-2B representan aeronaves complejas, con técnicas de operación atípicas y no utilizadas en otras aeronaves turbohélices livianas. También estableció que una habilitación tipo no sería suficiente por sí sola para alcanzar el nivel de seguridad operacional deseado, sino que era necesario un entrenamiento inicial y anual recurrente, tanto en tierra como en vuelo. El resultado de la evaluación fue la publicación de la SFAR 108 en el año 2008 (incorporada a partir de mayo del año 2016 a la subparte N de la FAR, parte 91), que establecía como mandatorios requisitos de entrenamiento y experiencia para operadores del MU-2B. Un año después, en 2009, la SFAR se efectivizó.

La disminución de accidentes a partir de la implementación de la SFAR 108 en Estados Unidos sugiere la necesidad de actualizar y estandarizar los programas de instrucción y entrenamiento de pilotos para aeronaves MU-2B en la República Argentina. Estos requisitos deben abarcar a todas las personas que operen este tipo

de aeronaves, incluyendo aquellas que proveen instrucción, y deben sumarse a las exigencias establecidas por las RAAC 61, 91 y 135 cuando aplique.

Desempeño operativo

Como fue mencionado anteriormente, la aeronave no contaba con ningún medio de registro de información. Esta situación no permitió determinar las acciones y/o movimientos realizados sobre los controles de vuelo en cabina ni las actitudes adoptadas por la aeronave a lo largo del vuelo, en particular en los momentos posteriores al último contacto radar. La investigación solamente contó con la información radar y de las comunicaciones realizadas con el ATC para estimar la gestión de la trayectoria de vuelo. El último contacto radar muestra a la aeronave en vuelo recto y nivelado. Dado que a partir de ese punto no se posee más información, la trayectoria de la aeronave en sus últimos instantes se pudo estimar únicamente en base a su posición final y a las evidencias halladas en los restos (ángulo y velocidad de impacto, estado de funcionamiento de los motores y dispersión de componentes).

El análisis de las comunicaciones realizadas por el ocupante del asiento a la derecha del piloto durante el vuelo no sugiere indicios de preocupación en la cabina de vuelo. Tanto estas comunicaciones como las grabaciones de radar evidencian que el piloto de la aeronave llevó adelante todas las instrucciones recibidas por parte de la torre de Aeroparque. Además, al persistir el problema de la falta de visualización de la aeronave en la pantalla del controlador, el ocupante a la derecha del piloto propuso que se cambiara el código de *transponder* de 1645 a 1644, buscando solucionar el inconveniente.

La información meteorológica correspondiente al momento y lugar del suceso sustancia que el vuelo se desarrolló entre capas nubosas, es decir, en condiciones de vuelo por instrumentos. En tales condiciones, el piloto tiene que sustituir las referencias visuales utilizadas por la información generada por los distintos instrumentos y sistemas de vuelo. Si bien el piloto estaba calificado para operar en vuelo instrumental, la investigación obtuvo de los registros que su experiencia en vuelo por instrumentos real era de 17.2 horas, y que no tenía experiencia en simulador de vuelo sintético. En determinadas circunstancias, este nivel de experiencia requiere una mayor focalización en la gestión de la trayectoria de vuelo de la aeronave por parte del piloto, en potencial detrimento de otras tareas necesarias para la gestión del vuelo.

La información de los radares analizada indica que la velocidad de la aeronave presentó variaciones y en ocasiones superó la Velocidad Máxima Operativa (VMO), que era de 250 nudos. Estas variaciones en la velocidad se condicen con variaciones en la altitud de la aeronave, las cuales sugieren que el vuelo se desarrollaba de forma manual. La aeronave no contaba con un sistema de alarma de sobre velocidad que advirtiera al piloto de la situación antes mencionada. La

investigación corroboró también que la aeronave no estaba equipada con un sistema TAWS. Entre otras advertencias, el TAWS incluye una alarma aural que alerta a la tripulación en el caso de un excesivo régimen de descenso. Dicho equipo podría haber advertido al piloto de la proximidad de la aeronave con el terreno. Sin embargo, considerando los parámetros de vuelo de la aeronave (altura, velocidad y actitud) en que se desarrolló el último tramo del vuelo, no habría margen para realizar acciones correctivas que evitaran el impacto con el terreno.

Dado que la TWR AER no pudo en ningún momento visualizar la aeronave en su pantalla de radar, le impartió al piloto la directiva de ir a VANAR (punto de intersección entre dos radiales) y posteriormente a San Fernando para chequear la novedad en el *transponder*. La instrucción de la TWR AER de hacer retornar la aeronave a San Fernando se ajustaba a los procedimientos establecidos en el PROGEN-ATM. Tal instrucción modificó el vuelo planificado, por lo que es probable que, para evitar volver, el piloto diversificara su atención intentando solucionar la novedad en el *transponder*.

El peso de la aeronave en el despegue se hallaba dentro de la envolvente operacional prevista en su manual de vuelo. Sin embargo, dado el escaso tiempo de vuelo, el peso excedía el máximo permitido para el aterrizaje al momento de recibir la instrucción por parte de la dependencia de control de tránsito aéreo de Aeroparque de volver a San Fernando. Esta circunstancia hubiese obligado al piloto a realizar una espera y consumir combustible para alcanzar el peso permitido, o a aterrizar excedido de peso.

Esta situación, sumada al contexto operativo y las condiciones meteorológicas en que se desarrollaba el vuelo, probablemente contribuyeron a elevar aún más la carga de trabajo para el piloto.

Cuando una aeronave realiza los virajes coordinados (sin aceleraciones), el piloto no tiene sensación acerca de la actitud adoptada por la aeronave, siendo potencialmente peligroso en condiciones de vuelo instrumental cuando no se poseen referencias visuales. En algunos casos, esta situación puede llevar a una desorientación, particularmente en aquellos escenarios operativos donde se presenta una elevada carga de trabajo.

La desorientación en condiciones instrumentales puede conducir a un piloto a interpretar incorrectamente la actitud, altitud o velocidad de la aeronave con relación a la tierra o a cualquier otro punto de referencia, a no ser que preste estricta atención a los instrumentos de vuelo. Por ello, en caso de iniciar un viraje sin referencias visuales, resulta imprescindible valerse de la actitud de la aeronave representada por los diferentes instrumentos. Si la actitud de la aeronave no es la correcta, puede devenir en una pérdida de control en vuelo (LOC-I) o en un vuelo controlado contra el terreno (CFIT).

El contexto operativo resultante de la instrucción por parte del control de retornar a San Fernando vía VANAR, el piloto automático probablemente desconectado, las condiciones meteorológicas prevalecientes, la limitada experiencia del piloto en vuelo instrumental y la atención que le requería el *transponder*, en su conjunto, constituyen condiciones capaces de complejizar la operación de la aeronave que favorecen la pérdida de control en vuelo.

En virtud de lo expresado y considerando la mecánica de impacto de la aeronave, es probable que haya ocurrido una pérdida de control en vuelo que, dada la baja altura y elevada velocidad a la que se encontraba volando la aeronave, no permitió que el piloto tuviese el tiempo necesario para recuperar la situación.

Interfaz transponder radar

Según la reglamentación argentina, para operar en espacios aéreos donde los servicios de tránsito aéreo brinden control radar, una aeronave debe contar con un *transponder* que reúna determinadas características. La investigación determinó que la aeronave contaba con un *transponder* adecuado para el desarrollo del vuelo, aunque en ningún momento su funcionamiento fue representado en las pantallas de la dependencia de control de tránsito aéreo de Aeroparque.

El análisis de la información de radar obtenida del vuelo del accidente y de vuelos previos determinó que el *transponder* del LV-MCV presentaba un funcionamiento irregular. Durante el vuelo del accidente tanto el radar secundario de Merlo como el Thomson en Ezeiza captaron a la aeronave con diversas novedades y pérdidas de datos. Sin embargo, dado que el último se encontraba desconectado del sistema AirCon (el radar de Merlo no se encuentra integrado a este sistema por ser un radar de vigilancia militar), por tareas de mantenimiento, los controladores de Aeroparque no podían visualizar la información que estaba siendo registrada por éste y tampoco poseían la información sobre el estado de mantenimiento del radar. Por su parte, el radar de INDRA en Ezeiza no logró captar en ningún momento a la aeronave, mientras que el radar de Quilmes lo hizo en una única vuelta de antena.

De la información radar obtenida se desprende que la representación de otras aeronaves equipadas con *transponder* el mismo día del accidente fue normal. Particularmente, aquellas aeronaves con *transponder* que despegaron por la pista 05 de San Fernando el día del accidente fueron detectadas tanto por el radar INDRA como por el de Quilmes, a partir de los 1600 pies de altitud.

En el vuelo anterior realizado por el LV-MCV, entre Lincoln y San Fernando, el radar INDRA detectó la aeronave en su entrada al TMA BAIREs mientras que el radar de Quilmes no lo hizo en ningún momento. Sin embargo, en la detección por parte del radar INDRA, también se observaron numerosas novedades, con la aeronave

apareciendo y desapareciendo de la pantalla del controlador. La misma situación tuvo lugar el día anterior, el 23 de julio, mientras la aeronave ingresaba y egresaba del TMA de Mendoza. Al respecto, en el vuelo anterior al del día del accidente, en el pase de dependencias del TMA BAIREs a la CTR de Aeroparque, el controlador del TMA sugirió al piloto del LV-MCV revisar el funcionamiento del *transponder*. La investigación no obtuvo registros de una advertencia del control del TMA BAIREs al aeródromo de San Fernando, ni de algún chequeo o inspección realizados al *transponder* posteriormente a tal vuelo y antes del despegue del vuelo que culminó en el accidente.

La situación antes descrita sugiere un funcionamiento irregular del sistema *transponder*, que no se limita exclusivamente al día del accidente ni a los radares de Ezeiza y Quilmes. En cualquier caso, la novedad del *transponder* por sí sola no representaba un deterioro en la seguridad del vuelo al que fuese posible otorgar relación de causalidad con este accidente. No obstante, dicha situación tenía el potencial para provocar una desviación de la atención por parte del piloto y, en determinadas circunstancias, un aumento en la carga de trabajo.

Búsqueda y salvamento

Debido a la falta de representación de la aeronave en la pantalla radar de Aeroparque, el vuelo no podía continuar con la salida autorizada que establecía ir directo a EZE19 y posteriormente directo a BIVAM, con la restricción de mantener nivel de vuelo 040 (4000 pies o 1300 metros aproximadamente) hasta EZE19. Por ello, a las 17:30 horas, la TWR AER le impartió al LV-MCV la instrucción de proceder desde su posición a VANAR, para luego dirigirse a San Fernando, manteniendo 2000 pies. Tal instrucción fue colacionada por el acompañante (última comunicación realizada), modificando el plan de vuelo hacia Las Lomitas.

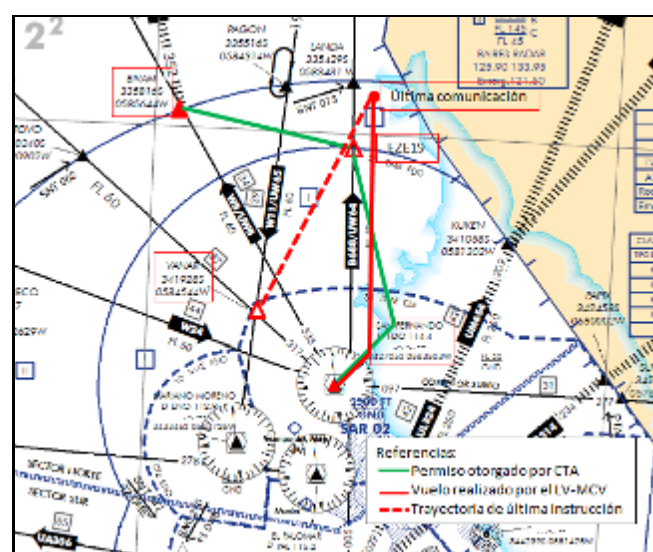


Figura 32. Representación del plan de vuelo original y traza de la aeronave en la carta del TMA BAIREs

En base a la última instrucción impartida, la aeronave debería haberse comunicado en la posición VANAR, pocos minutos después. A las 17:31:09 horas la dependencia de TWR AER llamó al LV-MCV, sin obtener respuesta. Acorde a lo establecido en el reglamento, cuando por primera vez se trató infructuosamente de establecer comunicación con la aeronave, la TWR AER debía notificar al ACC EZE la situación de emergencia presentada. El ACC EZE serviría como base central para reunir toda la información relativa al vuelo. Previamente a realizar esta comunicación, la TWR AER intentó comunicarse en reiteradas ocasiones y mediante otros medios con la aeronave, aunque sin éxito. A las 17:34:00 horas, la TWR AER notificó al TMA BAIREs de la situación y manifestó que la aeronave presentaba una “falla de comunicaciones”. Solicitó, además, que el TMA BAIREs notificara al SAR, hecho que no se ajustaba a lo reglamentado, ya que la notificación debía ser realizada a través del ACC EZE. La comunicación entre el BAIREs y SAR no llegó a concretarse en esta instancia.

A las 17:35:54 horas, la TWR AER preguntó a la aeronave LV-ARD si visualizaba al LV-MCV. El LV-ARD respondió que lo tenía en su TCAS, entre los radiales 010 y 020 del VOR de San Fernando, a 10 millas náuticas y a aproximadamente 4700 pies. Esta información, junto con la última instrucción impartida al LV-MCV (ir a VANAR para posterior FDO), fue transmitida a las 17:37:36 horas por la TWR AER al TMA BAIREs.

La investigación determinó que la aeronave que visualizaba el LV-ARD se correspondía con otro tránsito, situación que no fue advertida en ningún momento por las diferentes dependencias de control. Por ello, es probable que la información transmitida por el LV-ARD condicionara las actuaciones posteriores de las dependencias ATS y del SAR o RCC, particularmente en lo que refiere a la notificación de las fases de alarma.

A las 17:48:40 horas, el TMA BAIREs consultó a la TWR AER si había notificado al SAR la desaparición de la aeronave. La TWR AER respondió que no, ya que en la comunicación anterior le habían solicitado al TMA BAIREs que diera el aviso. En consecuencia, el TMA BAIREs confirmó que notificaría a la supervisora del ACC EZE para que se contactara con el TWR AER.

A las 17:49:15 horas el ACC EZE se contactó con la TWR AER para recabar información acerca del LV-MCV. De toda la información obtenida, la dependencia tomó conocimiento de la última instrucción impartida a la aeronave y la colocación de la misma. A las 17:54:13 horas, el ACC EZE se comunicó por primera vez con el RCC y le transmitió los siguientes datos:

- Matrícula.
- Hora y lugar de despegue.

- Destino Las Lomitas.
- Horario de última comunicación.
- 35 minutos sin respuesta de la aeronave.

Entre la información transmitida, el ACC EZE omitió informar al RCC la última instrucción impartida por la TWR AER y colacionada por el LV-MCV, así como la última posición conocida de la aeronave.

Aproximadamente a las 18:05:00 horas, el RCC comenzó con la denominada búsqueda previa de comunicaciones (PRECOM), acción que se encuentra enmarcada dentro de la fase de incertidumbre acorde al manual SAR que se disponía. El manual era del 2011 y no estaba actualizado según los lineamientos establecidos por el Reglamento de los Servicios de Tránsito Aéreo y el PROGEN-ATM. Además, la investigación no obtuvo registros que alguna de las dependencias ATS emitiera un mensaje de fase de alarma, conforme lo establece el Reglamento ATS.

A las 18:09:03 horas, el RCC se puso en contacto con el ACC EZE, el cual agregó a los datos transmitidos con anterioridad, lo siguiente:

- Hora estimada de arribo a Las Lomitas.
- Reporta aeronave con falla de comunicaciones con el TWR AER.

Entre la información transmitida, el ACC EZE no notificó al RCC la última instrucción impartida ni la última posición conocida de la aeronave. Esta información, de carácter trascendental, debería haber modificado los tiempos de activación de la búsqueda, ya que inmediatamente se habría activado la fase de peligro.

La hora prevista de llegada del LV-MCV a las Lomitas era las 19:54:00 horas, acorde a la información del plan de vuelo, mientras que el fin de la autonomía de la aeronave era a las 21:24:00 horas. Esta situación motivó que, a las 21:30:00 horas, el RCC EZE diera inicio a la fase de peligro, emitiendo el mensaje asociado. Quince minutos después, a las 21:45:00 horas, despegó la primera aeronave de búsqueda desde el aeropuerto de San Fernando, un helicóptero *Dauphin* AS365N2, matrícula PA-42.

A las 22:38:08 horas, con el cambio de turno, el RCC se contactó por primera vez con la TWR AER, la que detalló la salida instrumental que realizó la aeronave y los inconvenientes presentados durante el vuelo. En dicha comunicación, el RCC tomó conocimiento de la última instrucción impartida y colacionada al LV-MCV. Además, la TWR AER informó que la aeronave se encontraba con falla del *transponder*.

En la secuencia de las comunicaciones desarrolladas, existieron determinados factores y/o eventos que pudieron condicionar el accionar de las diferentes dependencias ATS y del RCC en lo referente a la activación de las fases de alarma. Esta situación no fue factor condicionante de la supervivencia de sus ocupantes.

Sin embargo, del análisis de dichas comunicaciones se desprenden deficiencias en el conocimiento de las dependencias ATS sobre los procedimientos que debían llevar a cabo para notificar la desaparición de la aeronave y en las responsabilidades asociadas.

La investigación no obtuvo registros que el personal interviniente en las diferentes dependencias ATS y SAR recibiera capacitación periódica en materia de búsqueda y salvamento. Tampoco se obtuvieron registros de prácticas y/o simulacros realizados por el proveedor de servicios de SAR ni por el proveedor de ATS. En lo referente a la realización de simulacros, la RAAC 212 establece el número de ejercicios por año que debe llevar adelante el proveedor de servicios SAR, pero no contempla ejercicios a realizar en forma conjunta con las dependencias ATS.

Transmisor Localizador de Emergencia (ELT)

El ELT es un equipo transmisor de radiofrecuencia que actúa en caso de accidente para dar aviso sobre el mismo y facilitar la localización de una aeronave. Cuando se activa un ELT, la información es recibida por los satélites y gestionada por el programa COSPAS-SARSAT que cuenta con una red de satélites y estaciones terrestres (Local Users Terminals). COSPAS-SARSAT es un programa intergubernamental apoyado por 43 naciones, dedicado a detectar y localizar radiobalizas ELT activadas por personas, aeronaves o navíos en peligro, y enviar información de alerta para que las autoridades pertinentes puedan iniciar las acciones de búsqueda y rescate. Si el ELT no se encuentra debidamente registrado en el Registro Nacional de Radiobalizas, esto genera un impedimento o demoras al momento de efectuar las tareas de búsqueda y rescate.

La investigación estableció que el ELT instalado en el LV-MCV no estaba inscripto en el Registro Nacional de Radiobalizas. Esto refleja una discrepancia en cuanto a la información suministrada al usuario por parte de la RAAC 91 y la Circular de Asesoramiento 91.207-1B, la cual delega la responsabilidad al usuario para la realización de dicho registro.

La Circular de Asesoramiento 91.207-1B se encuentra desactualizada y la información provista es errónea, al igual que los datos del Registro Nacional de Radiobalizas y las páginas web de consulta para el usuario. A su vez, la Circular, en el punto 9, pone a disposición del usuario la Circular de Asesoramiento 91.207-2 como material de consulta y asesoramiento sobre el proceso de inscripción en el Registro Nacional de Radiobalizas. Sin embargo, la Circular de Asesoramiento

91.207-2 no se encuentra en el listado de circulares de asesoramiento existentes en la página web de la ANAC.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, la combinación de discrepancias constituye una situación desfavorable para que el usuario pueda cumplir con la normativa vigente.

Por otro lado, no se encuentra establecido un procedimiento reglamentario de prueba funcional de los ELT que integre al ARMCC. Este último brinda el servicio de alerta de socorro satelital y resulta un contribuyente fundamental a las posibilidades de supervivencia de los ocupantes de una aeronave. En su página web, el ARMCC establece un procedimiento de prueba que solicita, como uno de los requisitos para poder realizar la misma, que la baliza se encuentre debidamente registrada en el Registro Nacional de Radiobalizas. Esta prueba funcional es de carácter voluntario y queda sujeta al interés del usuario.

Por ello, se torna necesario establecer un procedimiento normado para dichas pruebas, que se realice en conjunto con el prestador de servicio de alerta de socorro satelital. Tal procedimiento constituiría una barrera defensiva a fin de identificar información desactualizada en la base de datos del registro y asegurar, a intervalos regulares, el correcto funcionamiento del equipo.

3. CONCLUSIONES

3.1 Hechos definidos

El certificado DA-337 de la aeronave accidentada se encontraba en vigencia.

El certificado DA-337 presentaba la limitación para operar únicamente bajo reglas de vuelo visual.

La aeronave tenía una configuración para un piloto y seis pasajeros.

La aeronave no poseía el sistema TAWS, presentando una discrepancia normativa con respecto a las condiciones de aeronavegabilidad estipuladas para realizar el vuelo.

Al momento del accidente la aeronave se encontraba con el peso y centro de gravedad dentro de los límites prescritos por el manual de vuelo.

Al momento del accidente el peso de la aeronave excedía el máximo permitido para el aterrizaje.

La investigación no encontró evidencia de fallas o mal funcionamiento de la aeronave, componentes o sistemas que pudieran haberse constituido en factores desencadenantes inmediatos del accidente.

Los componentes estructurales primarios y superficies de control aerodinámico de la aeronave se encontraban completas al momento del impacto.

Los flaps de la aeronave se encontraban retraídos y el tren de aterrizaje replegado al momento del impacto contra el terreno.

El ELT instalado en la aeronave era el especificado en la documentación técnica de la misma; no obstante, no se encontraba inscripto en el Registro Nacional de Radiobalizas de la ANAC.

El ARMCC no recibió señal de activaciones de radiobalizas el día del accidente.

Las condiciones meteorológicas en el momento del accidente eran de vuelo por instrumentos.

El piloto disponía de la licencia adecuada para el vuelo que realizaba y su certificación médica aeronáutica se encontraba vigente.

La aeronave estaba certificada para operación por un solo piloto.

El piloto poseía la autorización correspondiente para operar la aeronave.

Las comunicaciones en el vuelo del accidente fueron realizadas por el acompañante, quien era titular de una licencia de piloto comercial.

El acompañante colacionó la última instrucción suministrada por el TWR AER, cuyo fin era que regresara al SADF vía VANAR.

El vuelo del accidente era el tercero que el piloto realizaba en la aeronave con este acompañante.

Las reglamentaciones argentinas actuales no requieren una instrucción específica para la formación de pilotos de aeronaves Mitsubishi MU-2B.

La investigación no obtuvo registros que certificaran que la adaptación del piloto a la aeronave fuera realizada de acuerdo con lo especificado en la RAAC 61.32 "Instrucción adicional para ciertas aeronaves".

El sistema *transponder* de la aeronave presentaba una novedad, tanto en el vuelo del accidente como en dos vuelos anteriores.

En el vuelo previo al del accidente, la dependencia de control de tránsito aéreo del TMA BAIREs indicó a la tripulación de la aeronave que controlara el funcionamiento del *transponder*.

No se encontró evidencia que la dependencia de control de tránsito aéreo del TMA BAIREs notificara al aeródromo de San Fernando acerca de las novedades del funcionamiento del *transponder*.

El vuelo del accidente fue captado por el radar Thomson del aeropuerto de Ezeiza, el cual se encontraba en modo mantenimiento y no representaba los tránsitos en las pantallas de las dependencias de control de tránsito aéreo.

No se encontró evidencia de un procedimiento de notificación a las dependencias ATS respecto de novedades de mantenimiento de los radares que integran el sistema.

El radar INDRA de Ezeiza no captó la aeronave en ningún tramo del vuelo del accidente.

El radar INVAP de Quilmes captó la aeronave en una sola vuelta de antena, sin identificarla.

El radar del Centro de Vigilancia y Control Aeroespacial de Merlo captó la aeronave.

El controlador de turno de la dependencia de control de tránsito aéreo de Aeroparque disponía de la licencia correspondiente y su certificación médica aeronáutica se encontraba vigente.

El supervisor de turno de la dependencia de control de tránsito aéreo de Aeroparque disponía de la licencia correspondiente y su certificación médica aeronáutica se encontraba vigente.

Las reglamentaciones argentinas no establecen como requisito la obligatoriedad de una instrucción periódica para mantener actualizadas las competencias asociadas a la licencia de controlador de tránsito aéreo.

La oficina de plan de vuelo no disponía de herramientas para verificar si la aeronave poseía restricciones de operación.

La instrucción de hacer retornar la aeronave a SADF se encontraba contemplada dentro del Manual de Procedimientos y Gestión de Tránsito Aéreo.

Dada la magnitud del impacto de la aeronave contra el terreno no hubo posibilidad de supervivencia.

El primer intento infructuoso de establecer comunicación con la aeronave ocurrió a las 17:31:09 horas.

Los SAR, mediante el RCC, fueron notificados por primera vez de la desaparición de la aeronave a las 17:54:13 horas.

A las 18:09:03 horas el ACC EZE comunicó al RCC EZE que la aeronave se encontraba con “falla de comunicaciones”.

A las 21:30:00 horas el RCC EZE dio inicio a la fase de peligro, emitiendo el mensaje asociado.

No se emitieron mensajes de inicio de fase de incertidumbre ni de fase de alerta.

A las 21:45:00 horas despegó la primera aeronave de búsqueda desde el aeropuerto de San Fernando.

A las 22:38:08 horas, el RCC fue informado por el TWR AER de la última instrucción impartida y colacionada a la aeronave.

Las diferentes dependencias ATS desconocían los procedimientos y responsabilidades asociadas luego de la desaparición de la aeronave.

La investigación no obtuvo registros de prácticas y/o simulacros de búsqueda y salvamento realizados por el proveedor de SAR ni por el proveedor de ATS.

Existían discrepancias entre el manual SAR utilizado por el RCC de Ezeiza y la RAAC 212, puesta en vigencia el 28 de abril de 2017.

3.2 Conclusiones del Análisis

En un vuelo de aviación general privado, durante la fase de ascenso, la aeronave experimentó una condición de pérdida de control en vuelo (LOC-I) como resultado de la cual impactó contra el terreno. Aun cuando la evidencia obtenida por la investigación no lo permita afirmar de manera asertiva, las circunstancias y condiciones presentes en el accidente sugieren una situación de elevada carga de trabajo en la cabina de vuelo debido a las condiciones operativas prevalecientes, con potencial de ocasionar la pérdida de control en vuelo. Dicha situación es atribuible a la combinación de los siguientes factores:

- Las características particulares de la aeronave;
- La atención requerida por el *transponder* al no ser visualizado por el control de tránsito aéreo;
- El desvío del vuelo planificado a requerimiento de la dependencia de control de tránsito aéreo;
- La gestión de la trayectoria de la aeronave con piloto automático desconectado;
- La limitada experiencia del piloto en condiciones de vuelo instrumentales.

Asimismo, la ausencia de una instrucción adicional en el tipo de aeronave (debido a la falta de normativa específica) puede considerarse un factor contribuyente, según el escenario probable descrito anteriormente.

Además, la investigación identificó los siguientes elementos con potencial impacto en la seguridad operacional:

- Ausencia en la aeronave del sistema TAWS en disconformidad con lo establecido por la RAAC 91;
- Ausencia de medios efectivos que le permitan a la oficina de plan de vuelo determinar rápidamente si una aeronave posee restricciones de operación;
- Deficiencias en la capacitación del personal perteneciente a las dependencias ATS y SAR en materia de búsqueda y salvamento.

4. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1 A la Administración Nacional de Aviación Civil

- **RSO 1676**

- *Implementar los contenidos de la subparte N de la FAR, parte 91, de la Federal Aviation Administration como método especial de instrucción para las aeronaves Mitsubishi MU-2B.*

- **RSO 1677**

- *Establecer los métodos aceptables de cumplimiento con la RAAC 61, párrafo 61.32, “Instrucción adicional para aeronaves complejas”, por medio de un documento guía sobre la instrucción/calificación del entrenamiento de transición correspondiente.*

- **RSO 1678**

- *Reformular el formulario DA-337 de forma tal que queden resaltadas las limitaciones operativas que posee la aeronave.*

- **RSO 1679**

- *Arbitrar los medios necesarios para que la oficina de plan de vuelo tenga rápido y fácil acceso a las restricciones que posea una aeronave para efectuar vuelos IFR, previo a la aceptación de un plan de vuelo.*

- **RSO 1680**

- *Adoptar los recaudos necesarios para que todas las aeronaves matriculadas en la República Argentina, con motores potenciados a turbina, con una configuración de 6 o más asientos de pasajeros, estén equipados con un Sistema de Advertencia y de Aviso de Proximidad del Terreno-TAWS de acuerdo con la RAAC 91, párrafo 91.223.*

- **RSO 1681**

- *Modificar la RAAC 65, subparte B, estableciendo la obligatoriedad de un entrenamiento periódico para el personal aeronáutico que desempeña funciones de control de tránsito aéreo a los fines de mantener actualizadas las competencias adquiridas.*

- **RSO 1682**

- *Controlar y verificar que los manuales y procedimientos utilizados por el proveedor de servicios de búsqueda y salvamento se ajusten a la RAAC 212.*

- **RSO 1683**

- *Adoptar los recaudos necesarios para que la normativa incluya ejercicios y/o simulacros coordinados entre el proveedor de servicios de navegación aérea, el de búsqueda y salvamento, autoridades aeronáuticas y todo otro organismo involucrado en tareas de búsqueda y salvamento, de forma tal de alcanzar un elevado grado de coordinación y competencia en dicha materia.*

- **RSO 1684**

- *Iniciar con la máxima urgencia la revisión de las actividades de inspección y vigilancia sobre el cumplimiento de las exigencias de disponibilidad y funcionamiento de equipos ELT como requisito para la emisión de certificados de aeronavegabilidad, que garanticen el cumplimiento de la normativa vigente. La revisión en cuestión debe incluir, sin estar limitada, a lo siguiente:*
 - a) *Realizar un relevamiento cruzando la información del Registro Nacional de Aeronaves y el Registro Nacional de Radiobalizas para conocer el estado actual de la aviación civil en cuanto al cumplimiento de la RAAC 91.207;*
 - b) *Regularizar la Circular de Asesoramiento 91-207-2;*
 - c) *Actualizar la Circular de Asesoramiento 91-207-1B.*

- **RSO 1685**

- *Establecer reglamentariamente y con carácter mandatorio un procedimiento de prueba operacional de los ELT instalados en las aeronaves, integrando al Centro de Control de Misión Argentina, a ser efectuado en cada inspección anual.*

4.2 A la Empresa Argentina de Navegación Aérea

- **RSO 1686**

- *Planificar y realizar con la máxima premura un programa de capacitación para el personal de las dependencias de Tránsito Aéreo y Búsqueda y Salvamento, a los fines de afianzar su conocimiento en la normativa y procedimientos en materia de búsqueda y salvamento.*

- **RSO 1687**

- *Evaluar, en base a las características técnicas y operativas, así como a la orografía relativa a su emplazamiento, el estado de situación de los radares*

disponibles en el Aeropuerto de Ezeiza y en el Área Material Quilmes, y maximizar su eficiencia en materia de cobertura radar.

- **RSO 1688**

- *Implementar un procedimiento de notificación a las diferentes dependencias de control de tránsito aéreo que utilizan información radar ante una novedad de funcionamiento de los radares que integran el sistema.*

APÉNDICE I – INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Domingo 20 de agosto

El 20 de agosto a las 9:30 horas, el ETIC, conformado por 5 investigadores, arribó a SADF, donde se acondicionó un hangar para el traslado de los restos de la aeronave y su posterior investigación técnica. A las 10:30 horas, el ETIC se trasladó mediante un helicóptero de la Prefectura Naval Argentina (PNA) a la base de Guazú Guazucito. Una vez en la base, el ETIC fue trasladado mediante una embarcación al lugar del accidente, ubicado a 15 km de distancia.

En el lugar del accidente se tomó contacto con el personal de la PNA, encargado de la custodia del área, que ya había establecido un perímetro de seguridad y facilitó al ETIC el acceso al sitio, localizado a 80 metros de la costa. La zona de impacto (cráter) de la aeronave estaba concentrada en un área de aproximadamente 80 m², cubierta de agua y con una dispersión de restos que se extendía en un radio de 50 metros. Tras la autorización de la autoridad judicial a cargo y un *briefing*, el ETIC comenzó las labores de campo dividiéndose en diferentes sectores alrededor del perímetro de la zona de impacto, relevando y fotografiando todos los restos de la aeronave en su posición original. Dado que se encontraron restos de la aeronave por fuera del perímetro inicialmente establecido por la PNA, el ETIC procedió a ampliarlo.

Una vez finalizado el relevamiento de los restos alrededor del cráter, se procedió a su recolección y traslado a la costa, con la colaboración del personal de la PNA. Asimismo, se inició el dragado del agua que cubría el cráter mediante la utilización de diversas bombas. Una vez disminuido el nivel de agua, se continuó con la remoción de los restos y la búsqueda minuciosa de los ocupantes de la aeronave con la colaboración y asesoramiento de médicos forenses.

A las 20:30 horas el ETIC finalizó las tareas y retornó a la base de la PNA con los siguientes restos removidos:

- Tren de aterrizaje principal derecho.
- Partes de las hélices.
- Estructura del plano derecho.
- Flap externo del plano derecho.
- Flap interno del plano derecho.
- Estabilizador horizontal.

- Partes del fuselaje.
- Radio altímetro.
- Actuador de elevador de piloto automático.
- Partes del sistema de combustible.
- Partes del sistema neumático antihielo.
- Antena VHF.
- Pertenencias y documentación de los ocupantes.
- Otras partes.



Figura 33. Estabilizador horizontal

Lunes 21 de agosto

El ETIC continuó con las tareas de campo. Se lavaron los restos de la aeronave encontrados en el lugar del accidente, previamente a su traslado al hangar en San Fernando.

Dada la naturaleza del lugar del accidente, el cráter se encontró nuevamente cubierto por agua, por lo que se realizó un nuevo dragado. A las 16:30 horas se iniciaron tareas de remoción de restos con una excavadora. Durante la jornada se encontraron restos humanos y se procedió a remover uno de los cuerpos de los ocupantes, el cual fue trasladado a la morgue judicial.

Finalizadas las tareas, se retornó a la base de la PNA con los siguientes restos:

- Estabilizador vertical.
- Timón de dirección.
- Partes de fuselaje.
- Equipos radioeléctricos.
- Cables de comando.
- Flap interno de plano izquierdo.
- Actuador de timón de piloto automático.
- Indicador radio magnético.
- Documentación de la aeronave.
- Pertenencias y documentación de los ocupantes.
- Elementos varios de bodega.
- Extintor de incendios y tubo de oxígeno.

Martes 22 de agosto

Se dieron por finalizadas las tareas forenses al retirar los restos del segundo y tercer ocupante. Esto aceleró el proceso de recolección de los restos de la aeronave. Asimismo, se facilitaron trajes de buceo al equipo de investigadores a fin de acceder al cráter, remover e identificar de forma manual los restos.

En esta instancia se halló el ELT. Además, se encontraron a 3 metros de profundidad el motor derecho, la caja reductora y el cubo de hélice, en conjunto con la sección estructural del plano derecho y anclaje de motor. El motor, la caja reductora y el cubo de hélice del lado izquierdo se encontraron a 5 metros de profundidad, como así también la sección estructural del plano izquierdo con el anclaje de motor. Dado el peso y las dimensiones de dichas partes, se coordinó con la Fuerza Aérea Argentina su traslado, para el 23 de agosto, mediante la utilización del helicóptero Mil MI-17.

Finalizadas las tareas, se retornó a la base de la PNA con los restos removidos durante la fecha:

- Tren de aterrizaje principal izquierdo.

- Tren de aterrizaje de nariz.
- Motor de retracción de tren de aterrizaje.
- Estructura de fuselaje y planos.
- Partes de tanques de extremo de ala.
- Instrumentos de cabina.
- Partes de interior de aeronave.
- Comandos de controles de motor.
- Instrumentos de vuelo de cabina.
- Equipos radio eléctricos.



Figura 34. Remoción de restos por parte del ETIC

Miércoles 23 de agosto

Se comenzó a desforestar la arboleda circundante, a fin de permitir el descenso del helicóptero. Simultáneamente se armó una plataforma para extender la red y colocar dentro de ella el material a trasladar: ambos motores con sus respectivas partes, tren de aterrizaje principal y tren de nariz, anclajes de motor. Para ello, arribó personal de apoyo de Fuerza Aérea, quienes dieron las indicaciones terrestres y controlaron las sujeciones de la red al helicóptero. El material fue trasladado hacia la base de la PNA de San Fernando a las 18:00 horas aproximadamente.

Para finalizar, se reestableció un nuevo cerco perimetral y se realizó un último rastillaje en toda la zona. Se trasladaron también los últimos restos de la aeronave hallados.



Figura 35. Componentes de la aeronave en la red previamente a ser izada por el helicóptero

Jueves 24 de agosto

Se trasladaron los restos de la aeronave por vía fluvial, desde la base de la PNA en Guazú Guazucito hasta la base de San Fernando y desde allí, por vía terrestre, hacia el hangar designado en SADF.

En la zona del accidente se realizó un rastillaje y limpieza con el fin de cumplir con la nota de estudio A39-WP/255 de OACI, "Contribución con el medio ambiente durante la investigación de accidentes de aviación". Por último, se delimitó un perímetro alrededor de la zona para evitar el ingreso de personas no autorizadas, hasta tanto la misma fuese liberada por el juzgado interviniente.

Horas hombre

En total, se destinaron aproximadamente 300 horas hombre a la investigación de campo, divididas en un total de 5 días. El personal de la JIAAC interviniente durante estas labores fue de 11 personas.

APÉNDICE II – TAREAS DEL LABORATORIO TÉCNICO

1. Introducción

En paralelo al trabajo realizado por los investigadores de campo, la Dirección Técnica y Laboratorio de la Dirección Nacional de Investigaciones (DNI) dispuso de dos investigadores y de su director para la tarea de apoyo a la investigación técnica del accidente del LV-MCV.

Para ello se estableció un cronograma de actividades y tareas, entre las cuales se destacan:

- Colaboración en la recuperación y limpieza de componentes de la aeronave en el Destacamento de la PNA Guazú Guazucito.
- Carga, traslado y custodia de todos los restos de la aeronave en el Guardacostas de la PNA hasta el puerto de San Fernando y desde allí trasbordo de los restos en camión, para su posterior destino final al hangar especialmente preparado en SADF.
- Armado de las instalaciones (carpas, instalación eléctrica, entre otras) para las tareas.
- Preservación, limpieza y catalogación de los efectos personales de los tripulantes para su posterior devolución al juzgado interviniente.
- Recepción en el hangar y catalogación inicial de todos los componentes de la aeronave.
- Tareas de limpieza final y desinfección de todos los restos y del hangar.
- Inspección de los restos principales, sistemas de mandos de vuelo, motores, etcétera.
- Comprobación de servicio de equipo ELT de a bordo.
- Coordinación con Gendarmería Nacional para pruebas de ADN.
- Preparación de los motores para la exportación temporaria al fabricante para su desarme y análisis.
- Gestión de la exportación temporaria de los motores.
- Rearmado y *mockup* de los restos principales.
- Gestión y coordinación de las tareas conjuntas con el equipo de peritos judiciales ordenados por el Juzgado Federal N° 2 de San Isidro.



Figura 1. Vista panorámica del hangar donde se realizaron las tareas

2. Detalles de las tareas destacadas

2.1 Motores

La aeronave estaba equipada con dos motores Honeywell/Garret TPE-331-5-552M. Este tipo de motores turbohélice están conformados por dos secciones principales: el conjunto propulsivo y la caja de accesorios o PGB. El conjunto posee un peso seco aproximado de 175 kg. Sobre este conjunto se instala el cubo de hélice, con sus correspondientes palas, en este caso de la marca MT Propeller, modelo MTV-27-1, de cinco palas de material compuesto.

En el lugar del accidente se hallaron ambos motores, enterrados junto con los restos de la aeronave. El equipo de investigación, con el apoyo de un helicóptero MI-17 de la Fuerza Aérea Argentina y su correspondiente personal, los retiró del lugar y trasladó junto con los restos de la aeronave al hangar de SADF.



Figura 2. Disposición inicial de los motores para su identificación y catalogación

Como parte del proceso inicial de investigación se procedió a la identificación de los componentes principales, inspección visual de cada uno de ellos y limpieza general de los conjuntos. Como se aprecia en la figura 2, ambos motores fueron hallados con los cubos de hélice instalados y sin ninguna de las palas. De acuerdo a lo observado macroscópicamente, la totalidad de los puños de las palas se fracturaron producto del impacto de la aeronave contra el terreno.

La tarea de desarme para inspección se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Limpieza exterior de ambos motores.
- Desarme y extracción del tubo de escape del motor izquierdo. Debido al estado del deterioro fue necesario extraer algunos de los bulones de fijación a través del corte con amoladora.
- Desarme y extracción de los tubos beta de ambos motores.
- Desmontaje de los cubos de hélice de ambos motores.
- Aislamiento de la unidad de control del combustible y drenaje del fluido remanente.
- Inspección general de los restos.
- Boroscopia.

Ambos motores y sus respectivas cajas se encontraban completamente cubiertos de barro y presentaban daños en toda su estructura y componentes. Durante el desarme del tubo de escape del motor izquierdo se corroboró que estaban internamente cubiertos de una mezcla de lodo y combustible.



Figura 3. Detalle de la mezcla de lodo y combustible en el interior del motor

En vista del estado general de los conjuntos propulsivos y de sus respectivas cajas, sumado a la imposibilidad de colocar la sonda del equipo de boroscopia, se limpiaron de forma integral los componentes. Se utilizó un compresor de aire y keroseno destilado para la primera etapa de limpieza.



Figura 4. Proceso de limpieza y descontaminación de los componentes

La tarea de limpieza, descontaminación y preservación de ambos motores y cajas insumió 5 días. En esas jornadas se trabajó de modo alternado con compresor, manguera a presión, secado con aire a presión y descontaminación bacteriológica.

Cabe mencionar que fue necesario realizar una tarea profunda de limpieza y descontaminación, a fin de cumplir con la reglamentación vigente en cuanto a los procesos de exportación temporaria de materiales. El trabajo fue aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente de La Nación. Se obtuvo la certificación para el traslado como mercadería limpia y descontaminada, sin que fuera necesario realizar el tratamiento de mercancías peligrosas; hecho que hubiese insumido un mayor costo y tramitación.

Pese a los trabajos de limpieza y descontaminación, no fue posible realizar una inspección de las etapas de compresor centrífugo y turbina debido al estado de deformación de los componentes. Fueron retirados temporariamente los inyectores de combustible, tapón magnético y demás elementos, sin lograr que la sonda flexible del boroscopio pudiera pasar libremente.

Se realizó una observación del patrón de daños generales de ambos motores. En ambos casos, los compresores centrífugos estaban a la vista, por fractura completa del case. Ambos compresores evidenciaban signos de haber estado girando al momento del impacto con el terreno. Se observaron también deformaciones por torsión en las estructuras de los motores que se corresponderían con la fuerza de torque producida y la detención brusca. Asimismo, cabe señalar que la gran acumulación de barro y demás fluidos en las cavidades internas del motor son indicios de que hicieron contacto con el terreno girando. Por su parte, la unidad de control de combustible, aún luego de ser rescatada del lugar del suceso, poseía combustible limpio en su interior.

Las tareas antes mencionadas corresponden al proceso inicial de investigación. Ambos motores fueron remitidos a su fabricante, bajo supervisión de la NTSB (EEUU), como organismo AIG del estado de diseño y fabricación de los motores, de acuerdo con lo establecido en el Anexo 13 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Chicago/44).

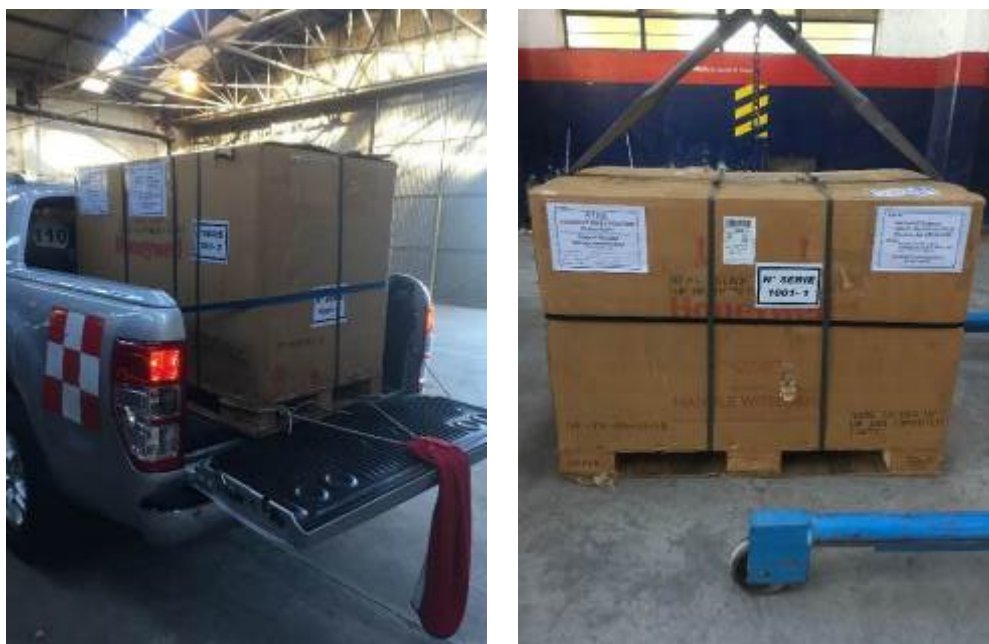


Figura 5. Contenedores provistos por el fabricante, con motor preservado y embalado para su envío a los EEUU

Se observaron los PGB y se constató que no hubo indicios que pudieran indicar bloqueos o funcionamiento deficiente durante el vuelo (ver figura 6). Sí se halló un proceso de corrosión por picado (*pitting*), en avance, del case de ambas cajas. A partir del análisis y consulta sobre este proceso al Laboratorio de Física aplicada de la Universidad Nacional de La Plata se determinó que el probable origen de tal

proceso fue la exposición del material a las condiciones de inmersión en lodo y fluidos a los que estuvo sometida la aeronave.



Figura 6. Estado interno del PGB derecho, luego de su limpieza

Debe considerarse que la aleación constitutiva del case posee magnesio, elemento muy susceptible a un ataque químico como el que se presentó durante los días de inmersión (ver figura 7). Cabe señalar que este hallazgo, no guarda relación con el funcionamiento, ya que es posterior al impacto.



Figura 7. Fragmento del case del PGB izquierdo, luego de su limpieza y preservación. Deterioro por corrosión por picado

De acuerdo con las evidencias factuales observadas durante el proceso de investigación de campo, es factible afirmar que ambos motores estaban funcionando cuando hicieron contacto con el terreno. No obstante, no fue posible determinar la potencia aplicada que ambos tenían. El resto de los hallazgos y las conclusiones fueron verificados por el fabricante de los motores, bajo supervisión de NTSB.

Con respecto a las hélices, solo fue posible hallar fragmentos de las palas. Debido a que eran de material compuesto, así como a la gran energía de impacto, se produjo su destrucción total. En solo uno de ellos se pudo observar un patrón de marcas coincidentes con el sentido de giro de las hélices.



Figura 8. Fragmentos de pala y de las marcas que evidencian el giro de la hélice al momento del impacto

2.2 Superficies de mando aerodinámico

Durante la investigación de campo se recuperaron las superficies de control aerodinámico del Mitsubishi MU-2. Cada una de ellas fue limpiada de modo independiente (ver figura 9), identificada inequívocamente a través de la comparación con el catálogo ilustrado de partes del fabricante.

Para una mejor comprensión de su actuación, cada una de las partes fue dispuesta en el suelo del hangar, simulando la posición en que se encontraba instalada en la aeronave. Con el objetivo de determinar potenciales fallas estructurales en vuelo, se observó cada una de las fracturas de los herrajes y dispositivos de control sujeción de las partes móviles. De esa observación se pudo determinar de modo macroscópico que todos los patrones de fractura correspondían a un modo de fallo dúctil. Asimismo, todas las fracturas se produjeron por la aplicación de distintas cargas por encima del umbral de resistencia de cada uno de los componentes. No fueron observados patrones de fractura o falla que se correspondieran con mecánicas de daño de avance progresivo. Estos hallazgos permiten inferir que no hubo desprendimiento en vuelo de ningún componente de la aeronave.



Figura 9. Estado inicial de los componentes de control y superficies principales, luego de la primera limpieza, previamente a su catalogación

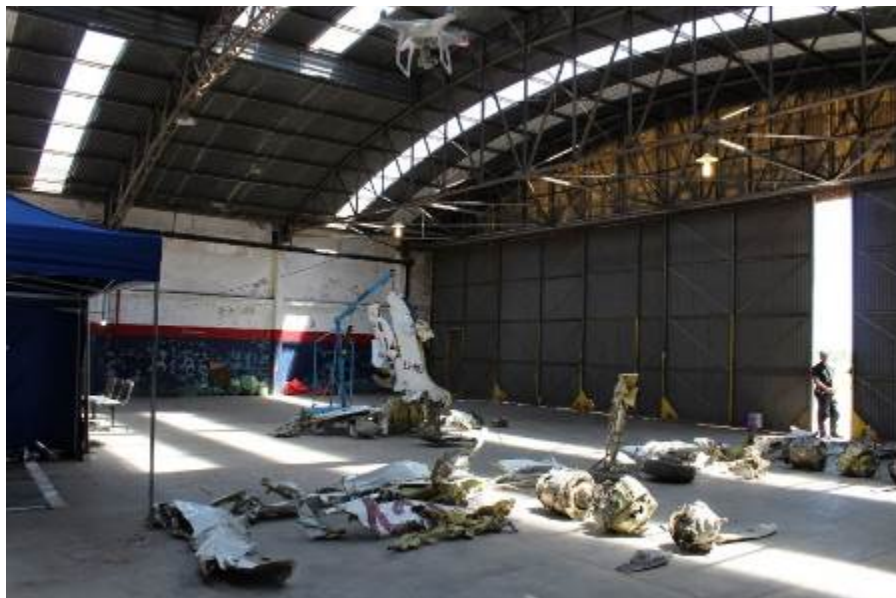


Figura 10. Presentación de los restos principales de la aeronave

Cabe señalar que se hallaron los sinfines de control del sistema de flap de la aeronave. Los conjuntos de ambas alas se encontraron en posición de actuación

retraída. Es decir, al momento del impacto la aeronave se habría encontrado con flaps 0°.

Se cotejó la posición de los sistemas actuadores del conjunto de tren de aterrizaje con una aeronave similar en servicio. De acuerdo con las posiciones de los sistemas de accionamiento y las pruebas realizadas se determinó que la aeronave impactó contra el terreno con el tren de aterrizaje retraído.

2.3 Restos del fuselaje

Los restos generales del fuselaje fueron colocados en el hangar de SADF para su limpieza e identificación (ver figura 11). Recibieron tratamiento de fumigación esterilizante, ante el riesgo de contaminación biopatológica que poseían. Una vez limpios y secos, se procedió a la evaluación de los restos principales. No se detectaron indicios de fallos previos al impacto que pudieran indicar cualquier tipo de anomalía en la aeronave antes del accidente.



Figura 11. Restos generales del fuselaje y demás sistemas de la aeronave previamente a su preservación e identificación

Los restos generales que no fueron necesarios en la evaluación de los mandos aerodinámicos y demás pruebas se preservaron en once bolsas contenedoras, dentro del mismo hangar.



Figura 12. Restos generales descontaminados dispuestos en bolsas contenedoras

2.4 Aviónica, encablado y electrónica de a bordo

Los equipos rescatados recibieron el mismo tratamiento que los restos de la aeronave en cuanto a su limpieza y descontaminación (ver figura 12). Debido al grado de destrucción de los mismos, no fue posible determinar estados de indicación, estado de servicio, continuidad de conducción eléctrica, etcétera.



Figura 13. Restos generales del encablado de la aeronave

De los restos de la aeronave fue recuperado, con un alto grado de destrucción, el ELT Artex P/N 453-6603, S/N 197-06896, con código de identificación D7A64 A6F62

7BAF1 (ver figura 14). Con la autorización del juzgado interviniente se trasladó el equipo al taller Paez Aviónica para su prueba funcional. No pudo realizarse ninguna comprobación debido al alto grado de deterioro y la falta del dispositivo “g-switch”. Sí se corroboró el correcto estado del conjunto de baterías.



Figura 14. Equipo ELT preservado y analizado en taller externo

2.5 Documentación

Entre los restos de la aeronave se halló una gran cantidad de documentación técnica aeronáutica y personal del piloto y los acompañantes. Todos los documentos recuperados se encontraban en un estado avanzado de deterioro y con signos de putrefacción, producto de la gran cantidad de días en inmersión. Por lo tanto, se procedió a realizar el correspondiente tratamiento de limpieza y desinfección. A través de diferentes medios se los secó e individualizó. También se registraron los datos relevantes (ver figura 15).



Figura 15. Proceso de secado y registro de la documentación técnica

A bordo de la aeronave se hallaron los siguientes documentos:

- Certificado de aeronavegabilidad.
- Certificado de matriculación.
- Libreta historial de la aeronave (6 ejemplares).
- Libretas historiales de motor (6 ejemplares por cada motor).
- Libreta historial de hélice (1 por cada hélice).
- Manual de vuelo de la aeronave.
- Catálogo de partes de la aeronave.
- Manual Jeppesen.
- Licencias de piloto y certificación médica aeronáutica de los tripulantes.
- Libretas historiales de vuelo de los tripulantes.
- Licencia de piloto y certificación médica aeronáutica del propietario de la aeronave.
- Libretas historiales de vuelo del propietario de la aeronave.
- Otros documentos operacionales.



Figura 16. Estado de algunos de los documentos rescatados y preservados

3. Toma de muestras forenses

Con la intervención de la autoridad judicial se realizó en coordinación con el equipo forense de Gendarmería Nacional (ver figura 17) un relevamiento de muestras de los mandos de acelerador de motores, con el objetivo de evaluar la posibilidad de hallar restos con material genético que pudiera confirmar la presencia y ubicación de los ocupantes en la cabina de vuelo.



Figura 17. Toma de muestras de material genético en el hangar de SADF

El equipo forense tomó muestras de material orgánico que fueron remitidas al laboratorio central del edificio centinela. Allí se constataron rastros genéticos en los mandos de motor que se correspondían con los patrones genéticos que pudieron ser hallados en las autopsias. Los hallazgos de laboratorio no detectaron patrones genéticos distintos a los de la tripulación sobre los controles de motor.

4. Resguardo de la confidencialidad y seguridad de los restos

De acuerdo a lo ordenado por la autoridad judicial, en todo momento los restos de la aeronave estuvieron bajo custodia de la Policía de Seguridad Aeroportuaria. El hangar de SADF se mantuvo monitoreado las 24 horas a través de cámaras de seguridad de la Policía Federal Argentina. El traslado de los restos y su acompañamiento de seguridad desde el lugar del accidente hasta el hangar fue realizado con el apoyo de la PNA.

Todas las tareas y coordinaciones del mantenimiento y seguridad del hangar estuvieron a cargo de la Dirección Técnica y Laboratorio de la JIAAC.

APÉNDICE III – INFORMACIÓN CAPTADA POR LOS RADARES

Generalidades

Los radares son sistemas electrónicos que miden las distancias y rumbo de objetos mediante la transmisión de pulsos electromagnéticos hacia el objeto y luego escuchando su eco. En lo que al Control de Tránsito Aéreo (ATC) se refiere, si bien existen diversos tipos de radar –con modos de funcionamiento diferentes– estos pueden distinguirse en dos grandes grupos:

- **Radar Primario o *Primary Surveillance Radar (PSR)***. Este tipo de radares emite pulsos electromagnéticos que se reflejan en las aeronaves, siendo el eco captado por la antena. En este sistema no existe colaboración activa con la aeronave. Ésta únicamente debe encontrarse dentro del radio de cobertura y ser capaz de reflejar ondas de radio. Por lo tanto, estos radares solo indican la posición de la aeronave, no la identifican.
- **Radar Secundario o *Secondary Surveillance Radar (SSR)***. A diferencia del sistema PSR, el sistema SSR es de respuesta activa. Esto implica que la aeronave interviene añadiendo información en la señal eco a través de un equipo ubicado a bordo, denominado *transponder* (o XPDR). Éste consiste en un receptor y transmisor de radio (recibe en 1030 MHz y transmite en 1090 MHz), mediante el cual la aeronave responde ante una interrogación del radar terrestre transmitiendo una señal codificada.



Figura 36. Funcionamiento de los radares tipo PSR y SSR

Por lo tanto, si bien los sistemas SSR proporcionan numerosas ventajas para el control del tránsito aéreo, poseen una característica que en los sistemas PSR no existe. El principio de cooperación o respuesta activa exige que las aeronaves

tengan su propio *transponder* funcionando en todo momento, ya que en caso contrario la aeronave no sería detectada.

Las aeronaves civiles suelen estar equipadas con *transponders* que operan en diversos modos:

- **Modo A:** transmiten únicamente un código de identificación.
- **Modo C:** además del código de identificación, permiten al ATC conocer el nivel de vuelo o altitud de la aeronave.
- **Modo S:** transmiten la misma información que un *transponder* modo C y también permiten el intercambio de datos con sistemas en tierra y *transponders* en otras aeronaves.

En lo que al LV-MCV respecta, la aeronave contaba con un Garmin GTX 32, un *transponder* remoto modo C; es decir, que transmite un código de identificación y permite al ATC conocer su altitud. Dicho equipo se encontraba conectado con el GPS Garmin GTN 750 para su visualización, en el cual el piloto podía observar el código, la respuesta y el modo de operación.

El sistema GTX 32 se encontraba compuesto por la unidad Garmin GTX 32, localizada en la bahía delantera de la aeronave, entre las estaciones 920 y 930, y conectado a una antena de *transponder* ubicada en la parte inferior trasera del fuselaje.



Figura 37. Garmin GTX 32 con su antena correspondiente

Cobertura de radares y detección del LV-MCV

Al momento del accidente un total de cuatro radares se encontraban en zona de cobertura y podían captar al LV-MCV dada su altitud. De ellos, tres integran el Centro de Control de Área (ACC) de Ezeiza y uno pertenece al Centro de Vigilancia y Control Aeroespacial (CeVyCA) de Merlo, perteneciente a la Fuerza Aérea Argentina.

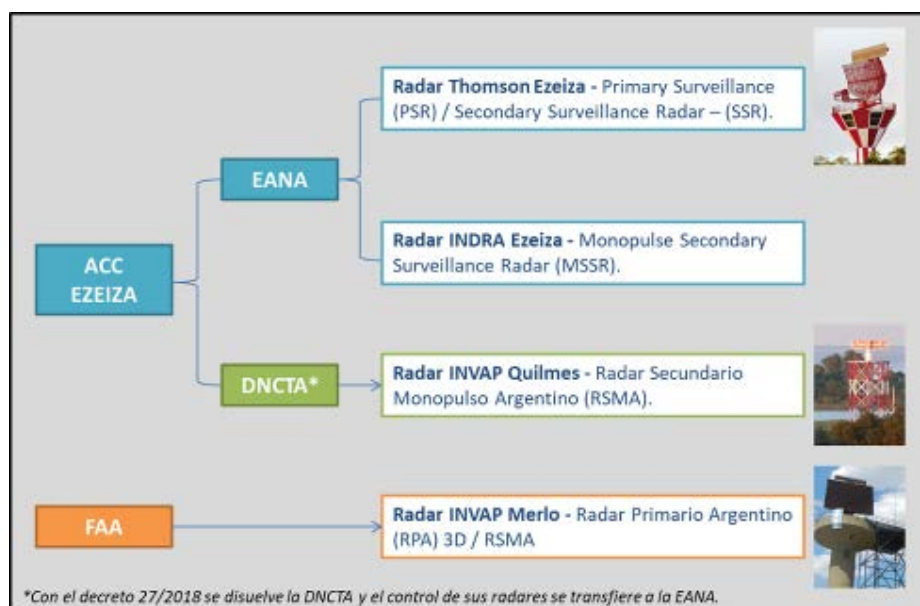


Figura 38. Radares en zona de cobertura del LV-MCV

Considerando las coberturas de radar teóricas para 1600 pies de altura y la traza de la aeronave LV-MCV, se comprobó que los radares antes mencionados deberían haber captado la aeronave.

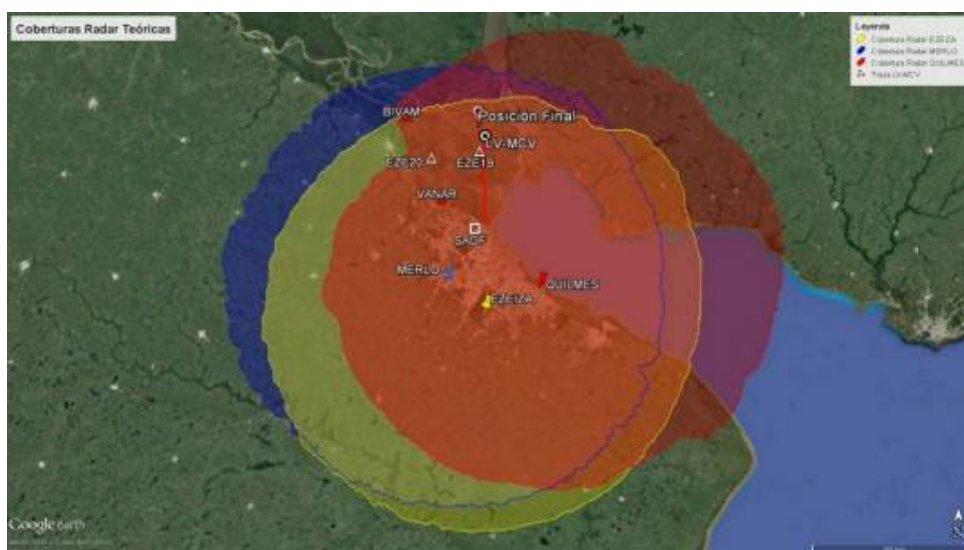


Figura 39. Coberturas de radar teóricas para 1600 pies

A continuación, se detalla la situación de los radares al momento del accidente:

1) **Radar Thomson Ezeiza.** Se encuentra ubicado en SAEZ. El día 24 de julio, entre las 11:50 horas y las 19:40 horas, el radar Thomson fue desconectado del

Sistema Automático de Control de Tránsito Aéreo (AirCon) del ACC de Ezeiza debido a un informe en el cual los operadores manifestaban la presencia de tráficos duplicados o etiquetas con cuádruple X (aeronaves ficticias) en sus pantallas. Sin embargo, durante este período el radar se mantuvo funcionando y captando aeronaves en intervalos, mientras los técnicos realizaban las tareas de mantenimiento. En otras palabras, aun cuando los operadores de tránsito aéreo no podían ver la información registrada por el Thomson en sus consolas, el radar seguía captando y registrando información.

Mediante el análisis de los datos crudos se comprobó que el radar secundario del Thomson detectó e identificó al LV-MCV. El primer contacto se produjo a las 17:25:46 horas, respondiendo en modo C a 1300 pies de altitud. En total, el radar envió 39 informes de trazas desde las 17:25:46 horas hasta las 17:30:54 horas, con pérdidas intermedias (sin respuesta de la aeronave). El último registro con la aeronave detectada ocurrió a las 17:30:23 horas. A partir de ese momento, el radar envió 4 informes más, pero con pérdidas consecutivas.

Tabla 1. Datos crudos registrados por el radar Thomson de Ezeiza

Hora (UTC)	Plot	Respuesta XPDR	Código XPDR	Altitud (ft)	Ground Speed (kt)	Comentarios
17:25:46	SI	C	1645	1.300	215	
17:25:53	SI	C	1645	1.300	219	
17:26:01	SI	C	1645	1.300	224	
17:26:09	SI	C	1645	1.300	231	
17:26:17	SI	C	1645	1.300	237	
17:26:24	SI	C	1645	1.300	248	
17:26:32	SI	C	1645	1.300	252	
17:26:40	SI	C	1645	1.300	258	
17:26:47	SI	C	1645	1.300	259	
17:26:55	SI	C	1645	1.200	270	
17:27:03	SI	C	1645	1.300	262	
17:27:11	SI	C	1645	1.300	263	
17:27:18	SI	C	1645	1.300	262	
17:27:26	SI	C	1645	1.400	260	
17:27:34	SI	C	1645	1.400	258	
17:27:41	SI	C	1645	1.400	255	
17:27:49	SI	C	1645	1.300	262	
17:27:57	NO	-	-	1.300	262	Sin respuesta XPDR
17:28:04	NO	-	-	1.300	262	Sin respuesta XPDR
17:28:12	SI	C	1645	1.200	263	
17:28:20	NO	-	-	1.200	263	Sin respuesta XPDR
17:28:28	NO	-	-	1.200	263	Sin respuesta XPDR
17:28:35	SI	C	1645	1.700	261	
17:28:43	SI	C	1645	1.800	255	
17:28:51	SI	C	1645	1.800	243	
17:28:59	SI	C	1645	1.800	242	
17:29:06	SI	C	1644	1.700	241	Cambio a código 1644
17:29:14	SI	C	1644	1.700	244	
17:29:22	SI	C	1644	1.700	247	
17:29:29	NO	-	-	1.700	247	Sin respuesta XPDR
17:29:37	NO	-	-	1.700	247	Sin respuesta XPDR
17:29:45	NO	-	-	1.700	247	Sin respuesta XPDR
17:30:08	SI	C	1644	1.800	248	
17:30:15	SI	C	1644	1.800	252	
17:30:23	SI	C	1644	1.800	269	
17:30:31	NO	-	-	1.800	269	Sin respuesta XPDR
17:30:39	NO	-	-	1.800	269	Sin respuesta XPDR
17:30:47	NO	-	-	1.800	269	Sin respuesta XPDR
17:30:54	NO	-	-	1.800	269	Pierde el track del LV-MCV

En ningún momento la información antes presentada podría haber llegado a la consola del controlador, dado que, como ya fuera mencionado, el radar se encontraba desconectado del sistema por mantenimiento. Asimismo, el radar primario del Thomson estaba inoperativo desde hacía por lo menos dos años, por lo cual no se dispone de información adicional para contrastar.

Por otro lado, se recibió información del aeropuerto de Carrasco (Uruguay), confirmando que habían observado la aeronave en sus consolas. Al respecto, debe aclararse que dicha información provino de una repetidora del radar Thomson y, dado que el sistema de control uruguayo es independiente del argentino, el uruguayo no se vio afectado durante el período en el cual el radar estuvo desconectado del sistema AirCon del ACC de Ezeiza.

2) Radar INDRA Ezeiza. Ubicado también en SAEZ, se comprobó que el radar no captó al LV-MCV en ningún momento durante el vuelo. Tras un estudio realizado sobre todos los vuelos entrantes y salientes de SADF el día 24 de julio, se observó que la mayoría de las aeronaves que despegaron por la cabecera 05 fueron detectadas por el radar INDRA por primera vez entre los 1000 y 1500 pies de altitud (recuérdese que el control radar se realiza a partir de los 2000 pies).

3) Radar INVAP Quilmes. Este radar se encuentra ubicado en el predio del aeródromo de Quilmes. Se comprobó que sólo detectó al LV-MCV en una única vuelta de antena (*plot*), a las 17:25:53 horas, pero dado que el sistema AirCon no llegó a validar el dato (*track*) –puesto que requiere captar a la aeronave en 3 barridos consecutivos del radar– éste no fue presentado en la pantalla del controlador. A partir del mismo estudio realizado para el radar INDRA de Ezeiza, se obtuvieron resultados también similares con respecto a la altitud de detección de las aeronaves que despegaron por la cabecera 05 de SADF.



Figura 40. Único *plot* del LV-MCV por parte del radar INVAP de Quilmes

4) **Radar INVAP Merlo.** Ubicado en la localidad de Merlo, provincia de Buenos Aires, su radar secundario identificó al LV-MCV por primera vez a las 17:25:01 horas (poco después del despegue de la aeronave), respondiendo en modo C a 500 pies de altitud. Durante los siguientes 5:50 minutos, detectó a la aeronave en vuelo, pero tal y como sucedió con el radar Thomson, es decir con algunas intermitencias. La última respuesta del *transponder* ocurrió a las 17:30:41 horas, con una altitud de 1600 pies, mientras que el último contacto radar captado por el primario fue a las 17:30:51 horas, con una altura calculada por el sistema radar de 900 ft.

Tabla 2. Datos registrados por el radar INVAP de Merlo

Hora (UTC)	Info RADAR Merlo	Respuesta XPDR	Código XPDR	Altitud (ft)	Comentarios
17:25:01	Secundario	C	1645	500	Primer contacto radar
17:25:11	Secundario	C	1645	600	
17:25:21	Secundario	C	1645	800	
17:25:31	Secundario	C	1645	1.000	
17:25:41	Primario	-	-	400	Sin respuesta XPDR
17:25:51	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:01	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:11	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:21	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:31	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:41	Secundario	C	1645	1.300	
17:26:51	Secundario	C	1645	1.200	
17:27:01	Secundario	A	1645	-	Sin indicación de altitud
17:27:11	Secundario	A	1645	-	Sin indicación de altitud
17:27:21	Secundario	A	1645	-	Sin indicación de altitud
17:27:31	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:27:41	Secundario	A	1645	-	Sin indicación de altitud
17:27:51	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:28:01	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:28:11	Secundario	C	1645	1.200	
17:28:21	Secundario	C	1645	1.500	
17:28:31	Secundario	C	1645	1.700	
17:28:41	Secundario	C	1645	1.800	
17:28:51	Secundario	C	1645	1.800	
17:29:01	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:29:11	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:29:21	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:29:31	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:29:41	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:29:51	Secundario	C	1644	1.600	-
17:30:01	S/D	-	-	-	Sin respuesta XPDR
17:30:11	Secundario	A	1644	-	Sin indicación de altitud
17:30:21	Secundario	C	1644	1.800	
17:30:31	Secundario	C	1644	1.700	
17:30:41	Secundario	C	1644	1.600	
17:30:51	Primario	-	-	900	Sin respuesta XPDR (Último contacto radar)

Traza, altitud y velocidad del LV-MCV

A partir de los datos relevados por el radar Thomson y por el de Merlo, se pudo determinar tanto la traza de la aeronave como el perfil de vuelo en cuanto a altitud y velocidad.

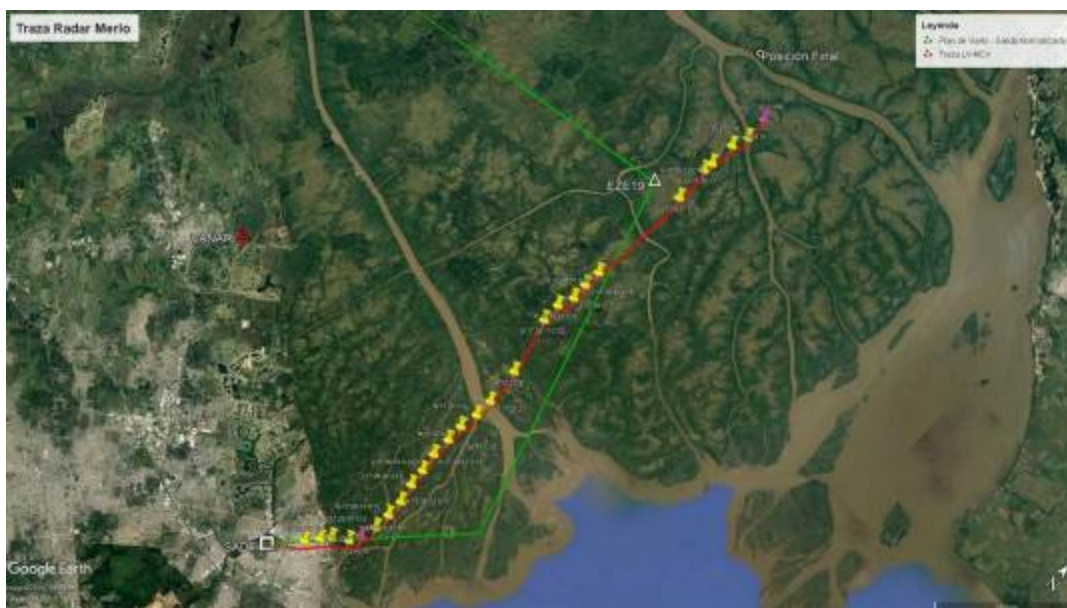


Figura 41. Trazo del vuelo del LV-MCV generada a partir de la información registrada por el radar INVAP de Merlo

En base a la información registrada por el radar INVAP de Merlo, existieron dos barridas de antena donde el *transponder* no emitió respuesta, pero el radar primario sí detectó la aeronave. Estas detecciones ocurrieron a las 17:25:41 horas y 17:30:51 horas (última detección de la aeronave) y mostraron a la aeronave a 400 y 900 pies de altura respectivamente.

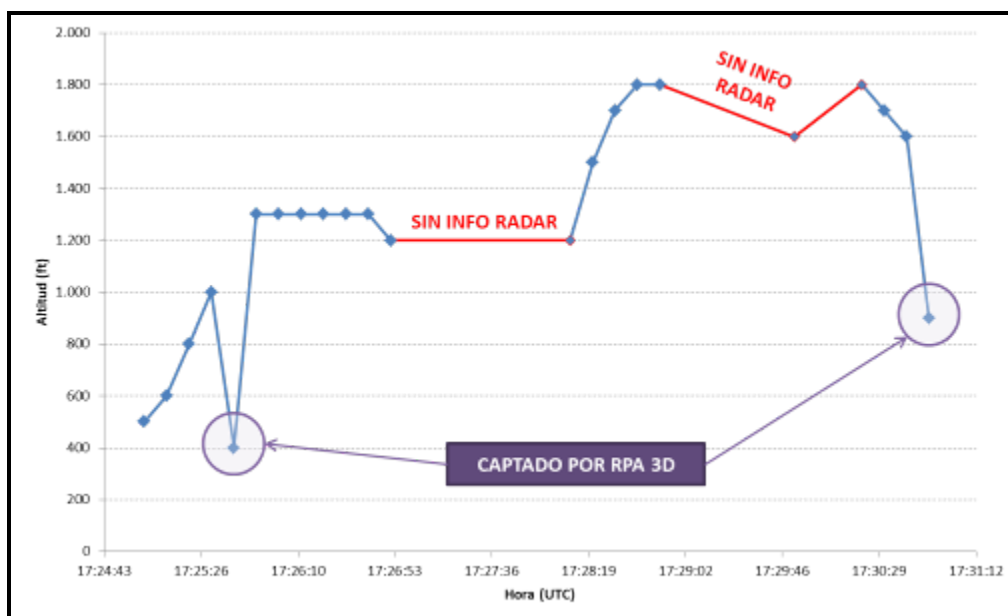


Figura 42. Altitud del LV-MCV generada a partir de la información registrada por el radar INVAP de Merlo

Debe recordarse que la altura registrada por el radar primario se basa en un cálculo trigonométrico y no en una respuesta del *transponder*. Por ende, de no estar correctamente calibrado el instrumento de medición puede existir cierto sesgo o error a la hora de la estimación de altura. En el caso del LV-MCV, la primera detección con el radar primario mostró a la aeronave con 400 pies de altura, pero considerando las respuestas del *transponder* instantes antes y después, puede inferirse que dicha estimación era incorrecta. Por ello, no puede considerarse como fehaciente la última detección del radar primario a las 17:30:51 horas, a 900 pies de altura.

En contraste con el radar de Merlo, el radar Thomson de Ezeiza detectó la aeronave por primera vez aproximadamente 40 segundos más tarde, a las 17:25:46 horas y respondiendo con 1300 pies de altitud. El último contacto radar se produjo a las 17:30:23 horas, respondiendo con 1.800 pies de altitud.

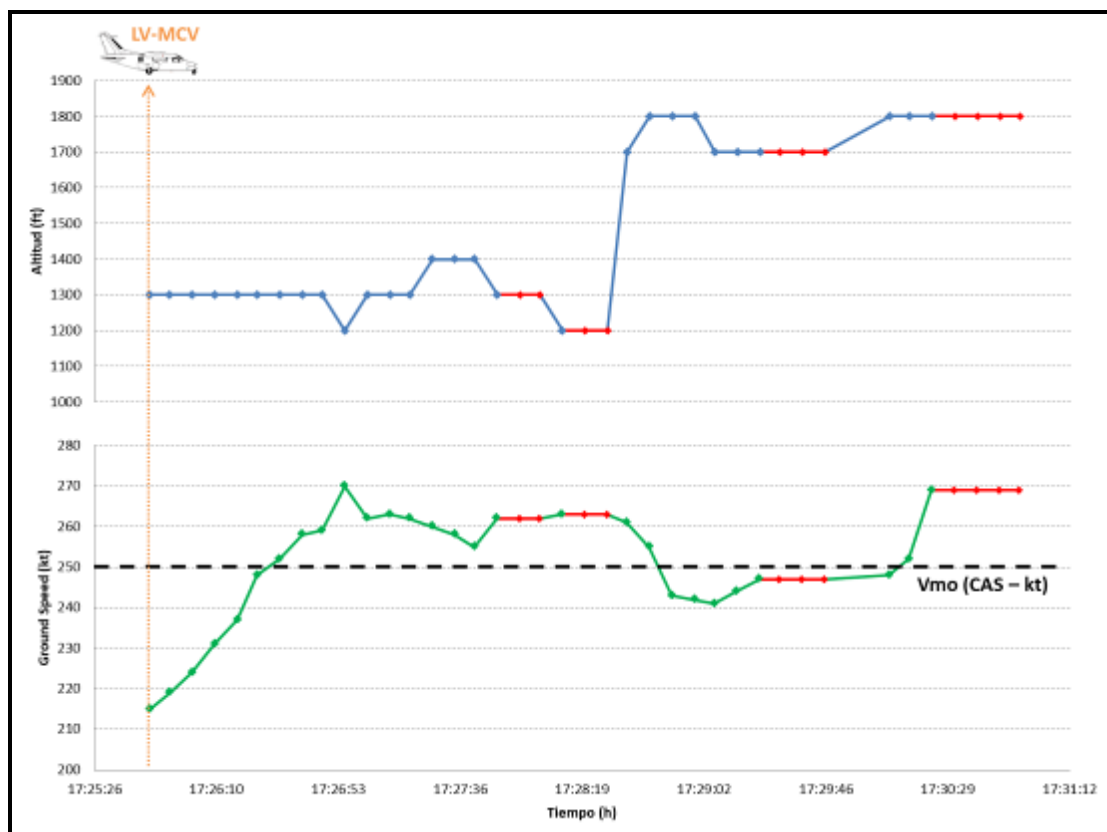


Figura 43. Altitud y velocidad con respecto a tierra (*ground speed*) del LV-MCV generada a partir de la información registrada por el radar Thomson de Ezeiza

Como se aprecia en la figura anterior, los cambios de altitud fueron aparejados de cambios en la velocidad de la aeronave.

Antecedentes al vuelo del accidente

La investigación constató que las intermitencias observadas en tierra del sistema *transponder* de la aeronave ocurrieron también en otros vuelos realizados en diferentes días, inclusive dentro de otras dependencias de control de tránsito aéreo y con otros radares asociados.

a) Salida del TMA DOZ durante el vuelo realizado desde Mendoza (DOZ) a LIN el día 23 de julio de 2017.



Figura 44. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:38:43 horas)



Figura 45. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:39:03 horas)



Figura 46. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:39:38 horas)



Figura 47. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:39:57 horas)



Figura 48. *Tracking* y detección del LV-MCV en la pantalla radar (19:40:02 horas)



Figura 49. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:40:06 horas)



Figura 50. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:41:17 horas)



Figura 51. Track y detección del LV-MCV en la pantalla radar (19:41:22 horas)



Figura 52. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:41:26 horas)



Figura 53. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:41:28 horas)



Figura 54. Visualización del LV-MCV en la pantalla radar (19:42:02 horas)

b) Ingreso en el TMA BAIRES durante el vuelo realizado desde LIN a SADF/FDO el día 24 de julio de 2017 (mismo día del accidente)

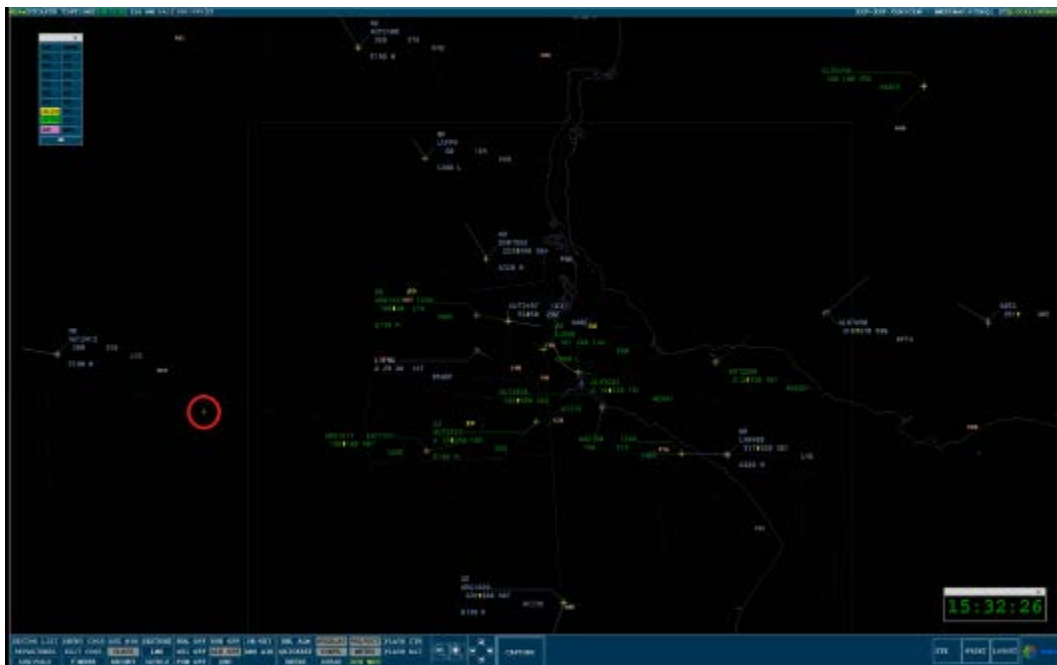


Figura 55. Plot y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:32:26 horas)

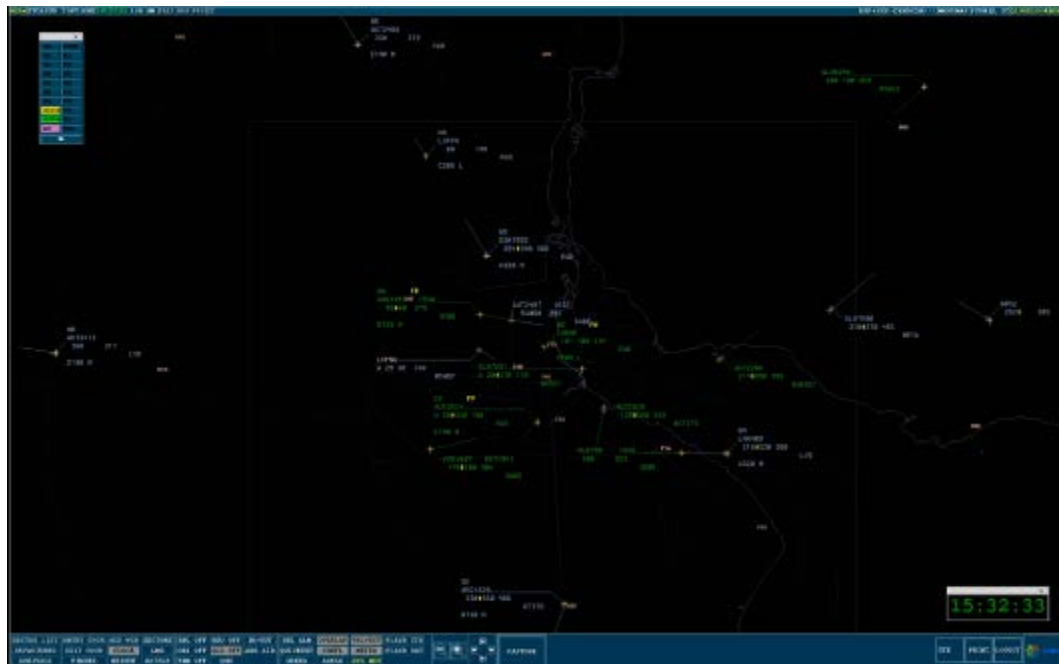


Figura 56. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:32:33 horas)

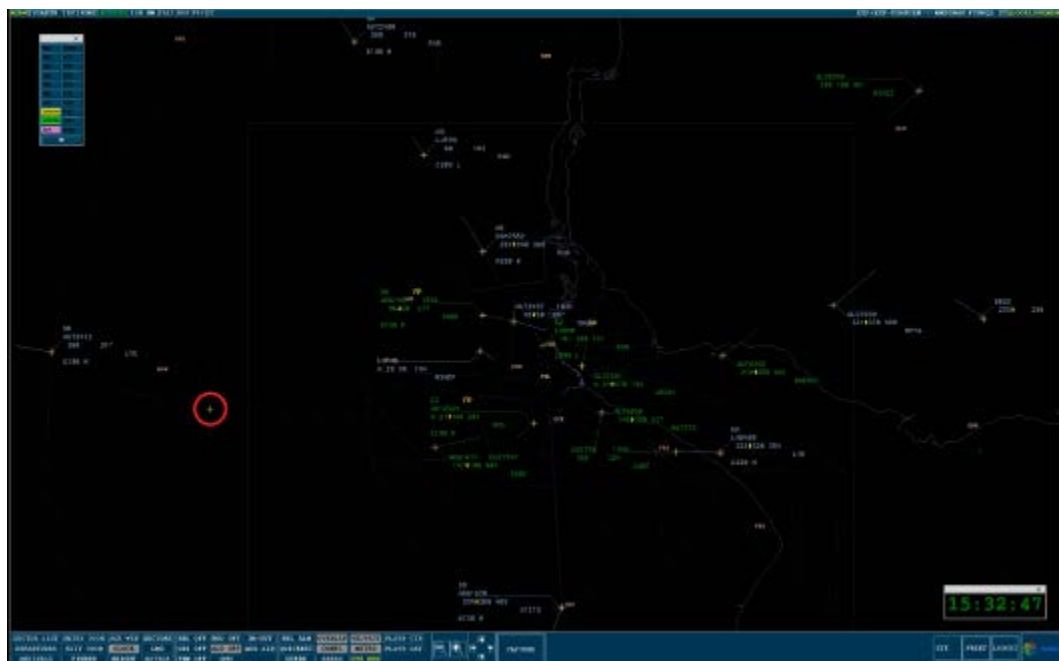


Figura 57. Plot y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:32:47 horas)

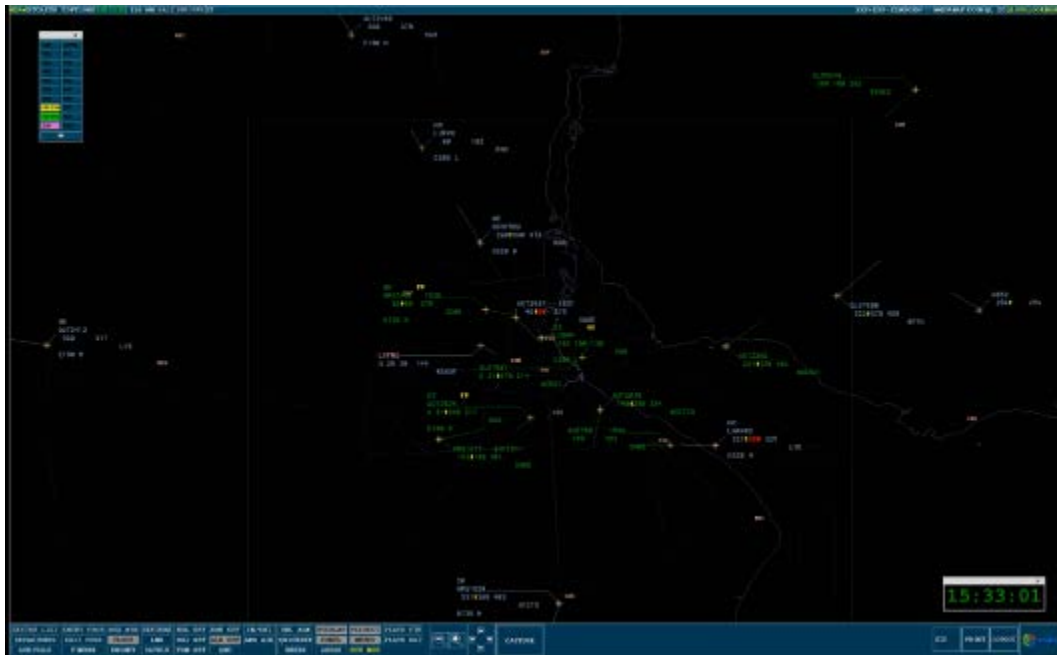


Figura 58. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:01 horas)

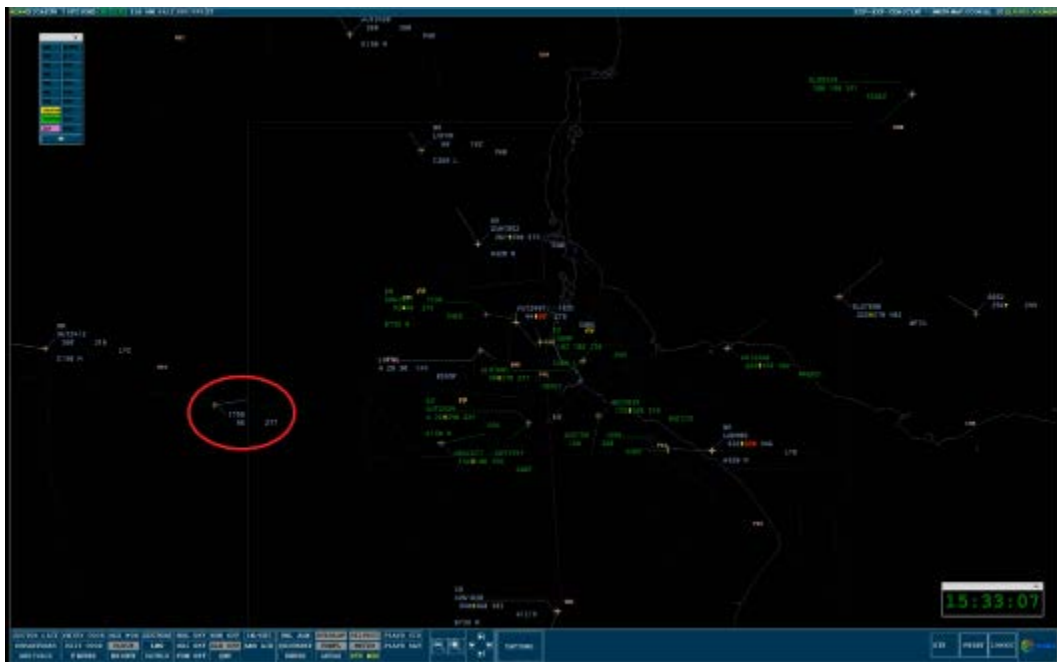


Figura 59. Plot y track del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:07 horas)

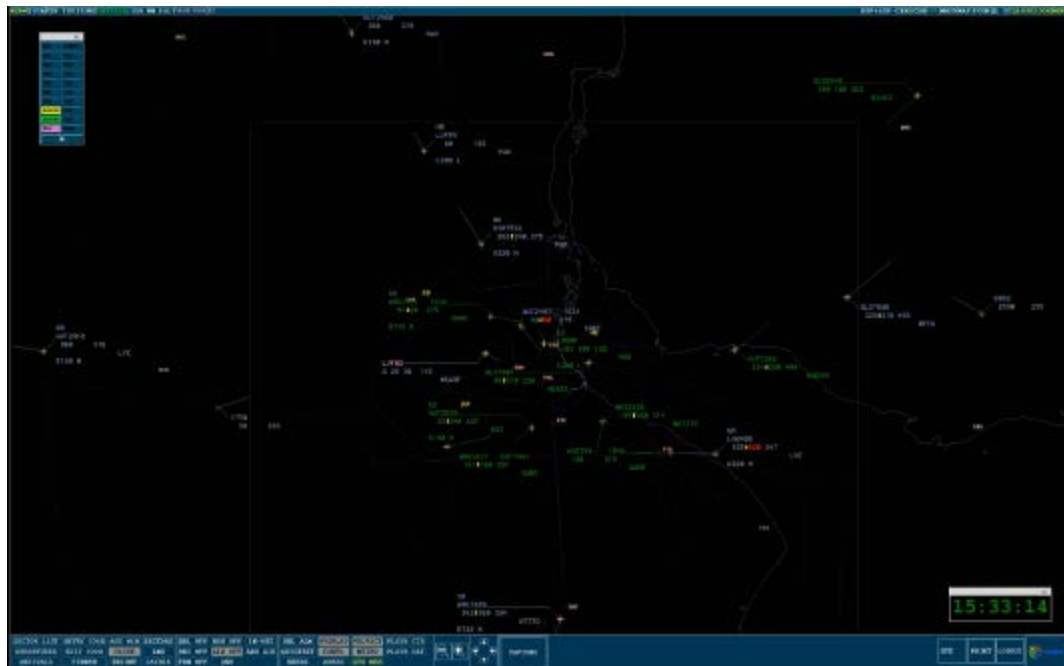


Figura 60. Pérdida de *plot* del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:14 horas)

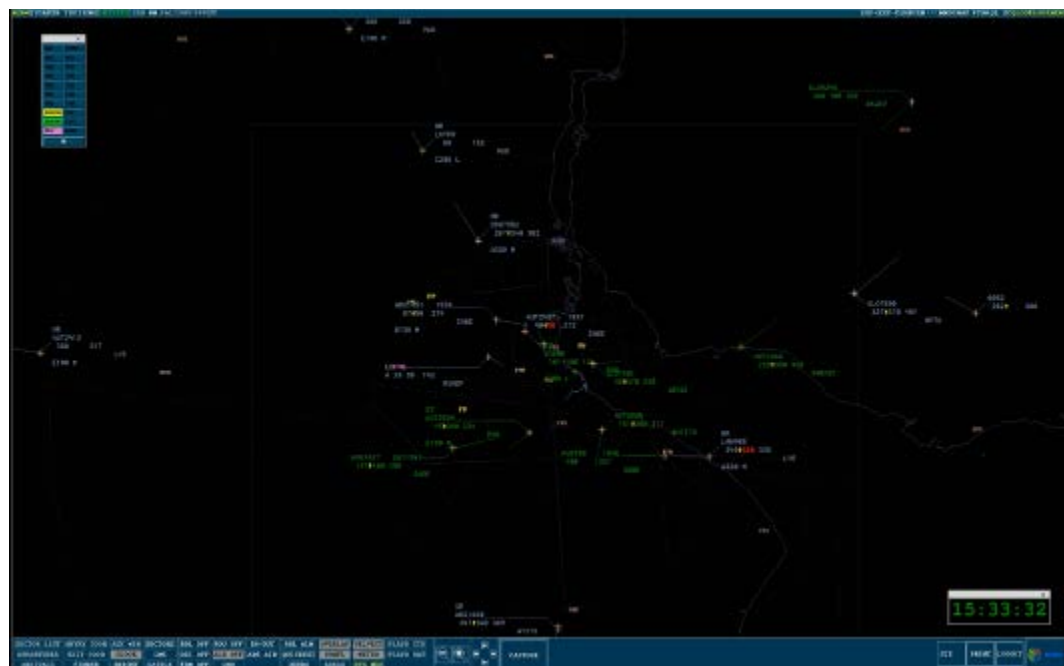


Figura 61. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:32 horas)

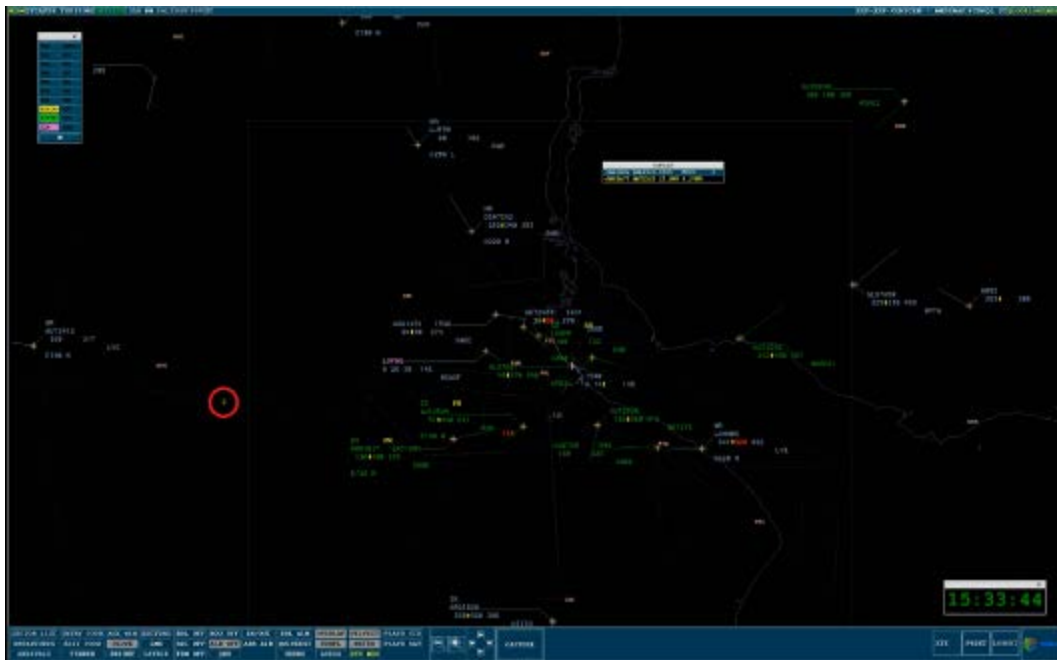


Figura 62. *Plot* y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:44 horas)

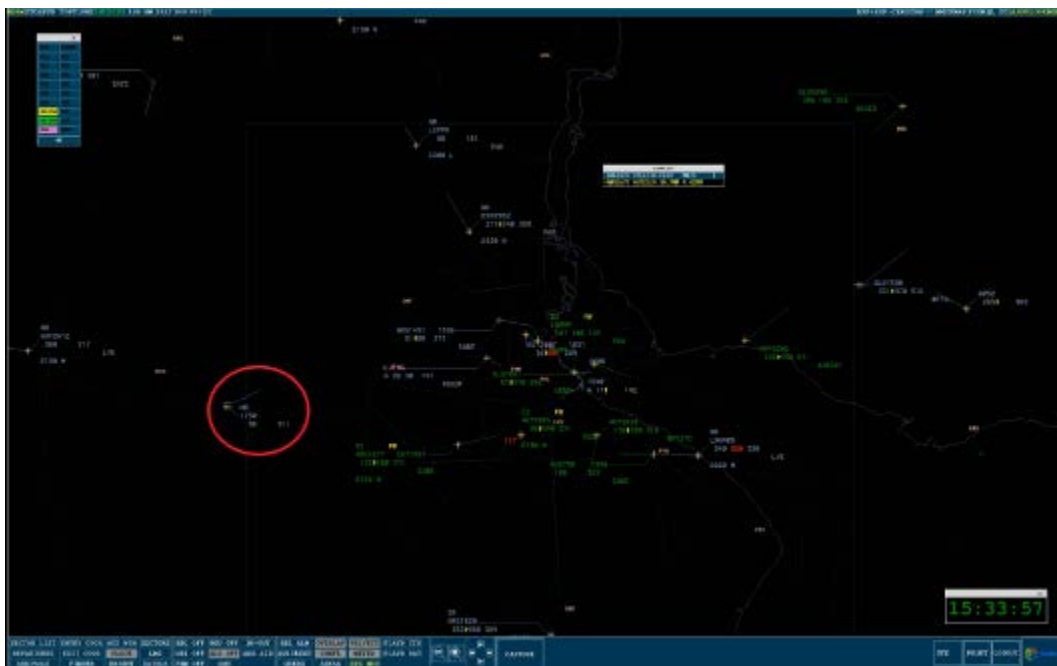


Figura 63. *Plot* y *track* del LV-MCV en la pantalla radar (15:33:57 horas)

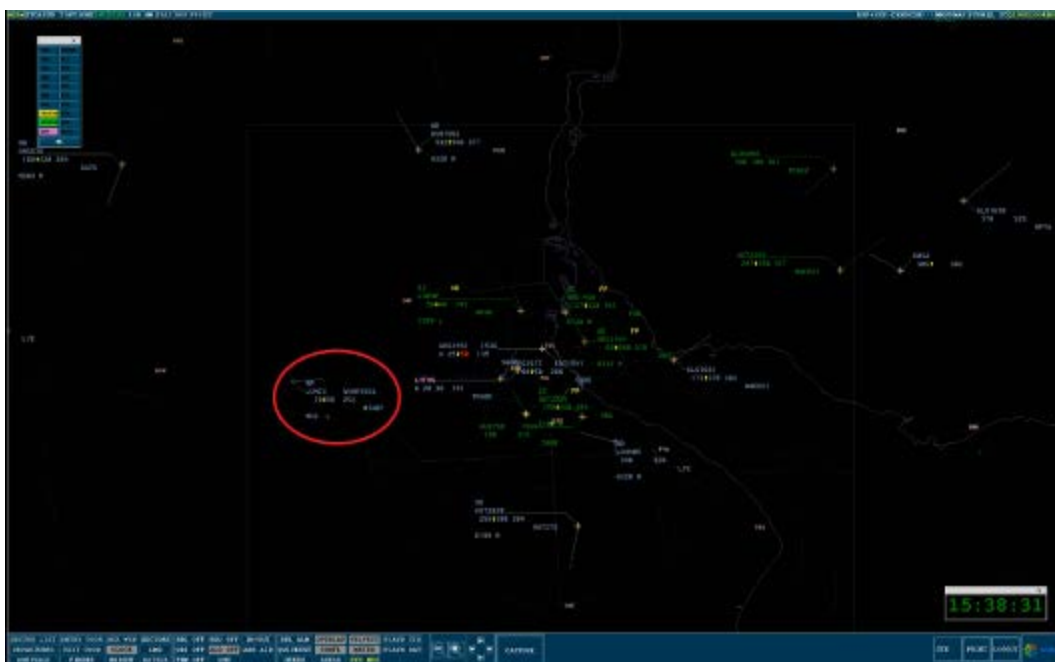


Figura 64. Pérdida de *plot* del LV-MCV en la pantalla radar (15:38:31 horas)

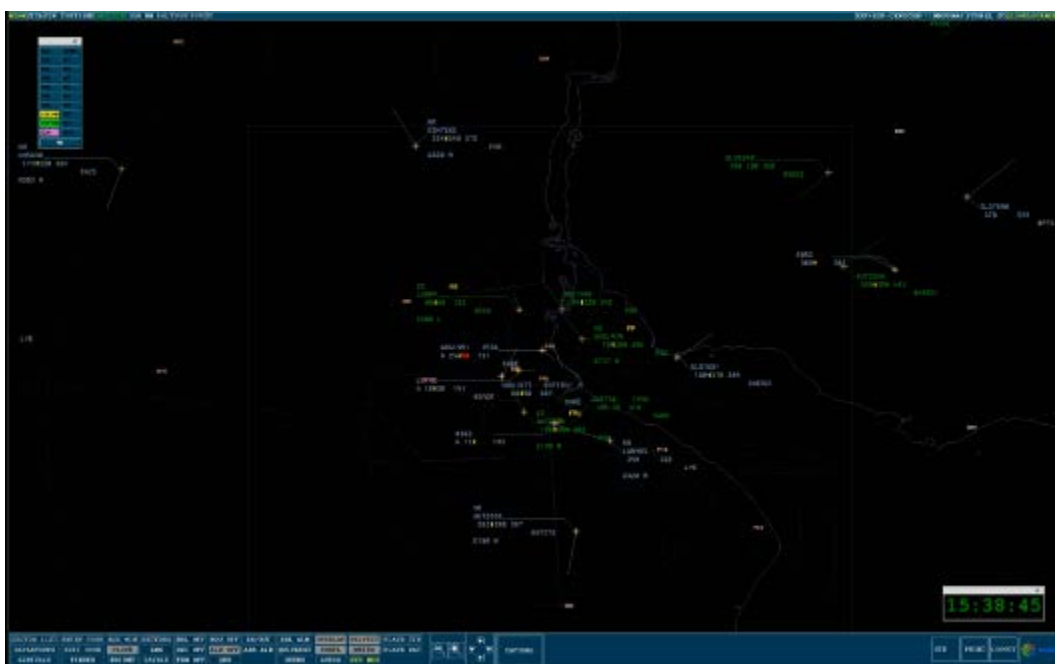


Figura 65. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:38:45 horas)

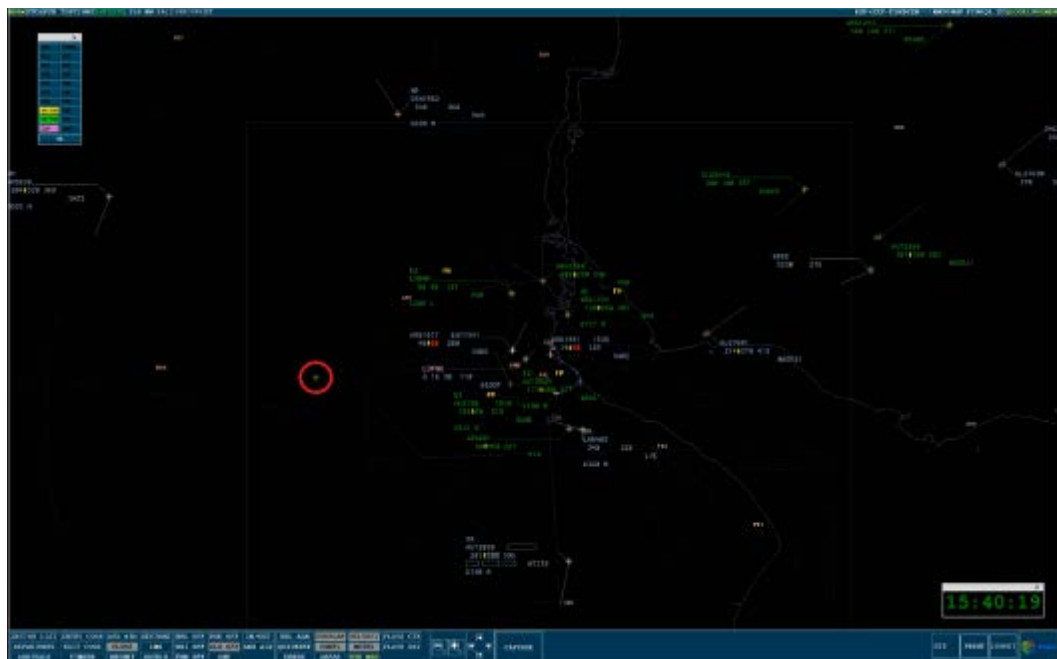


Figura 66. Plot y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:40:19 horas)

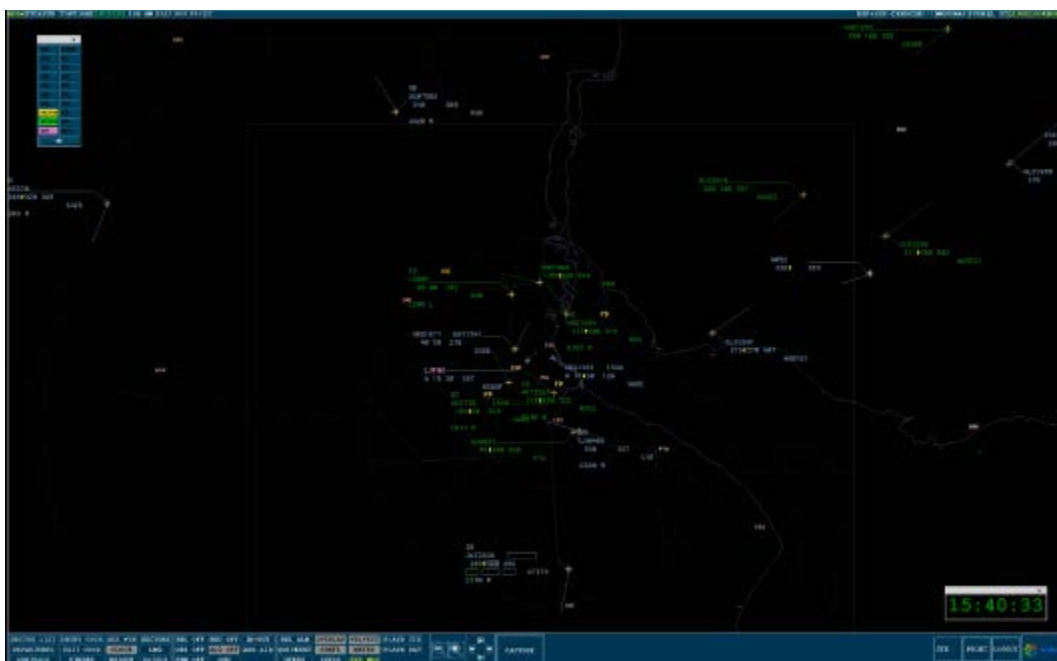


Figura 67. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:40:33 horas)

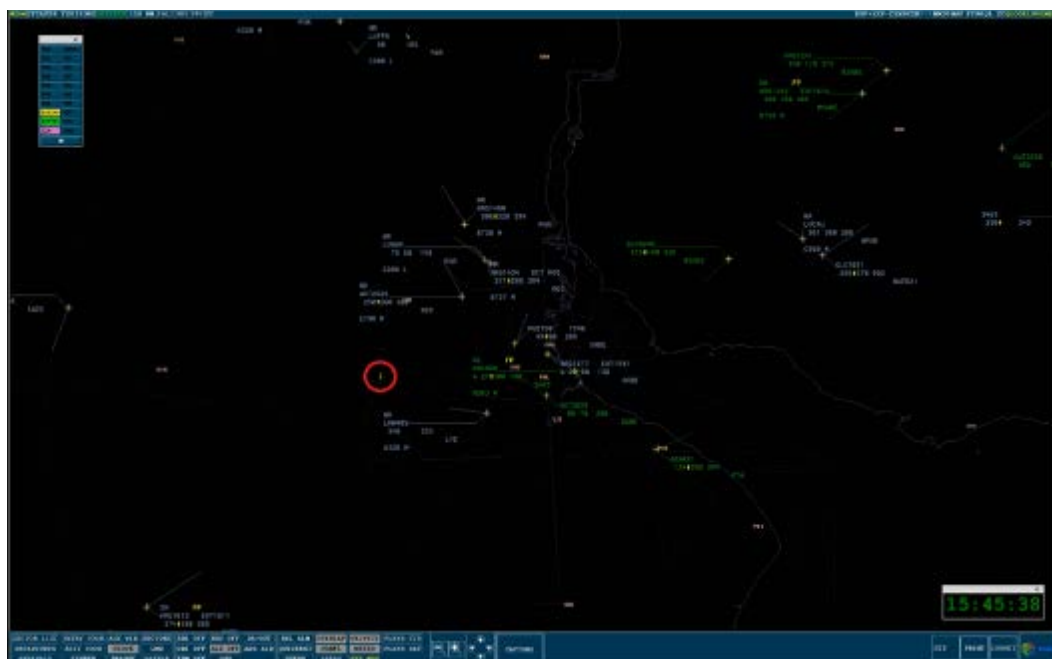


Figura 68. Plot y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:45:38 horas)

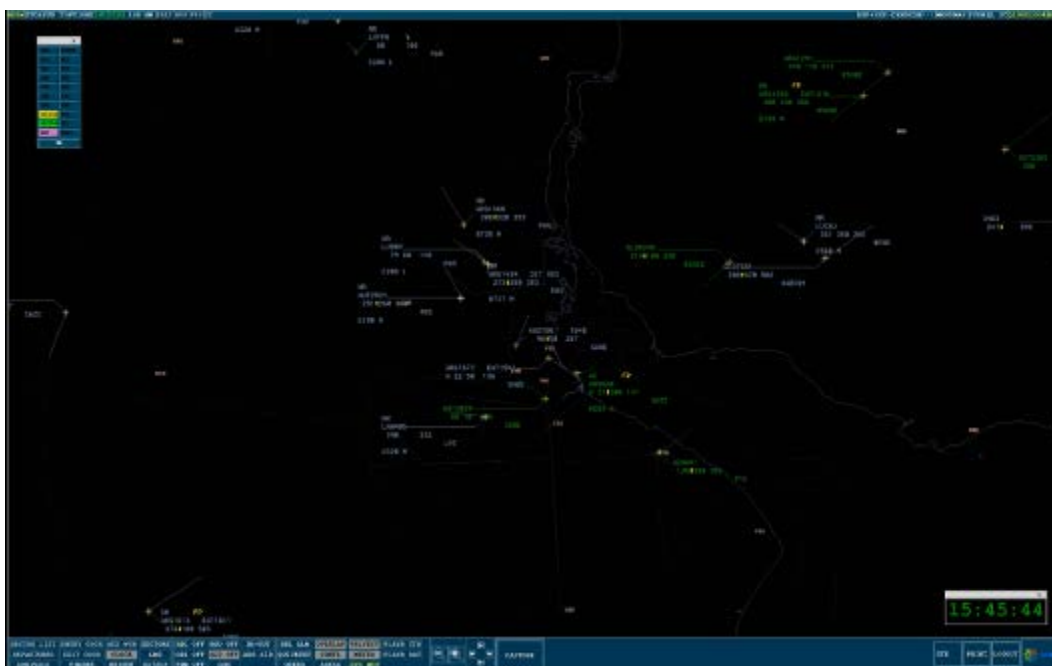


Figura 69. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:45:44 horas)

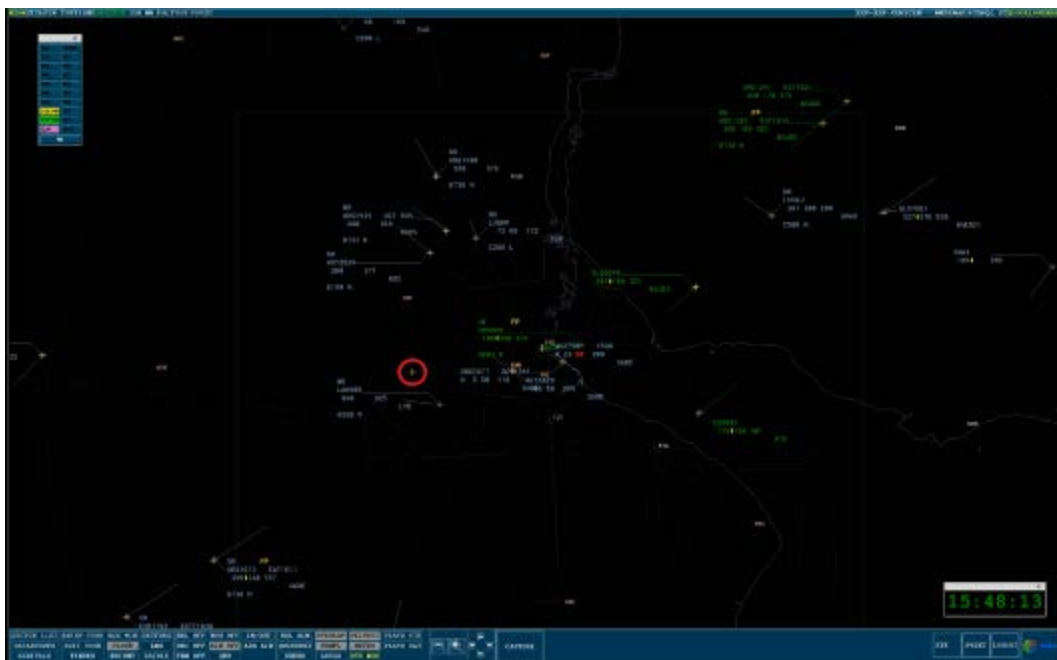


Figura 70. Plot y detección del LV-MCV en la pantalla radar (15:48:13 horas)

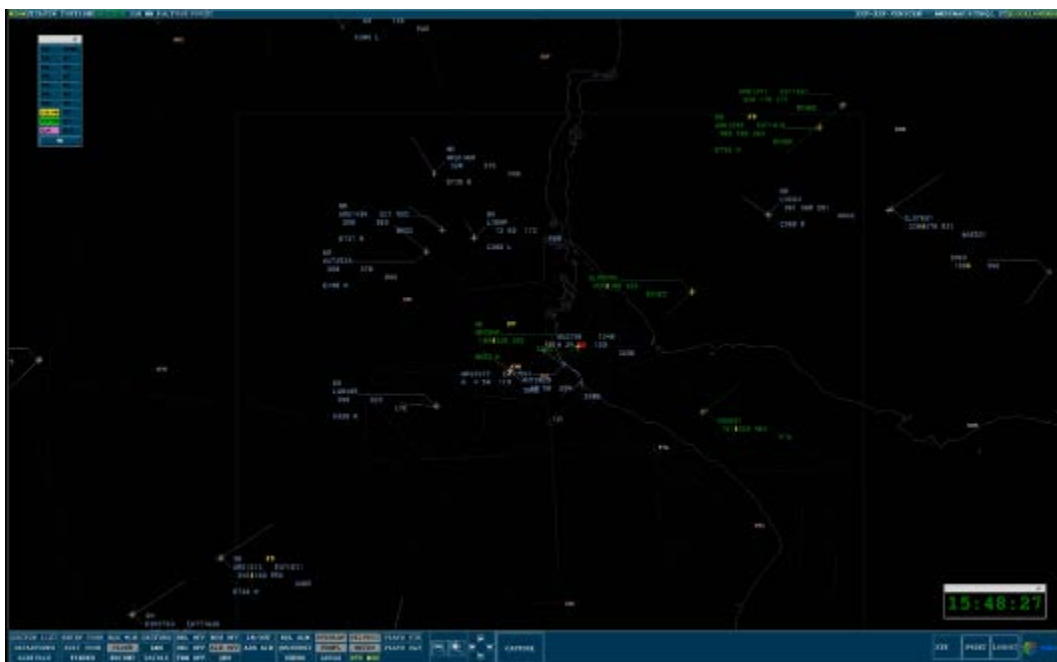


Figura 71. Pérdida de visualización del LV-MCV en la pantalla radar (15:48:27 horas)

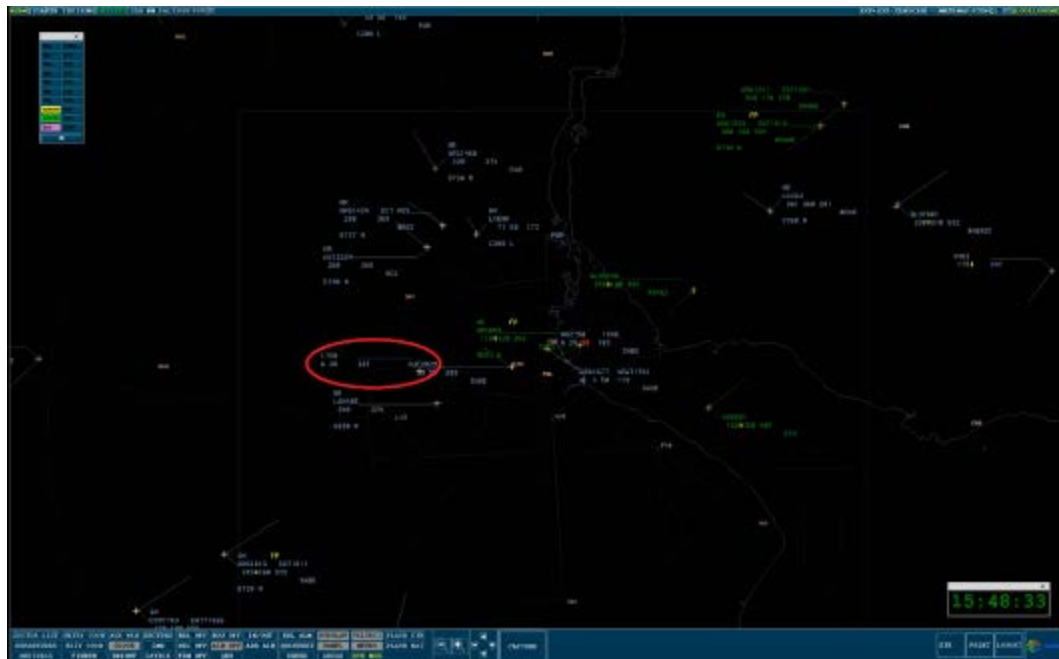
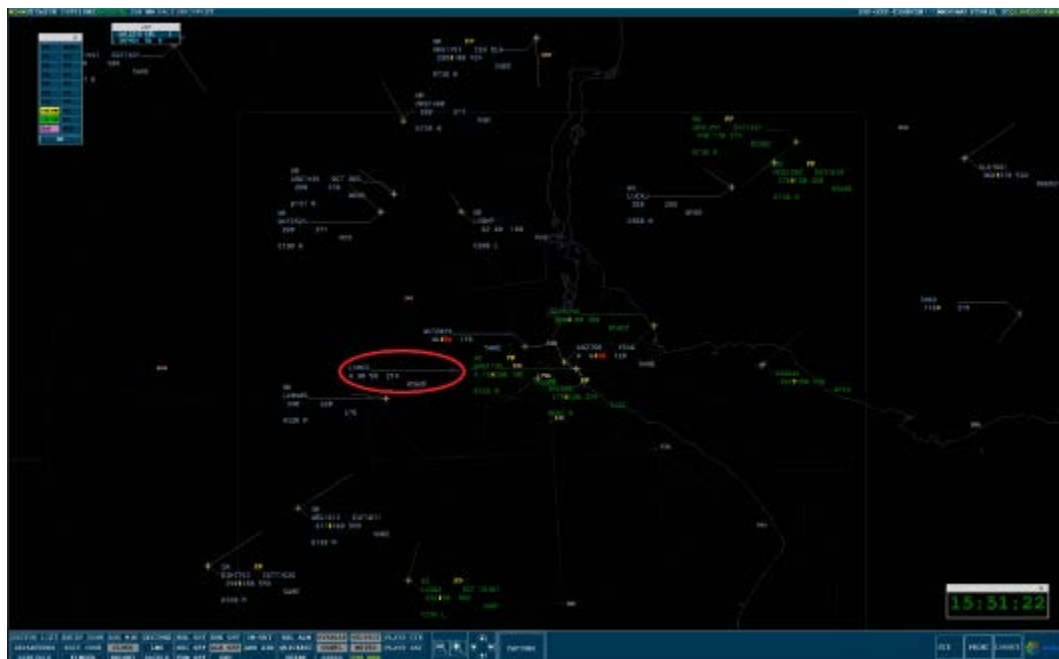


Figura 72. Plot y track del LV-MCV en la pantalla radar (15:48:33 horas)

Figura 73. Pérdida de *plot* del LV-MCV en la pantalla radar (15:51:22 horas)

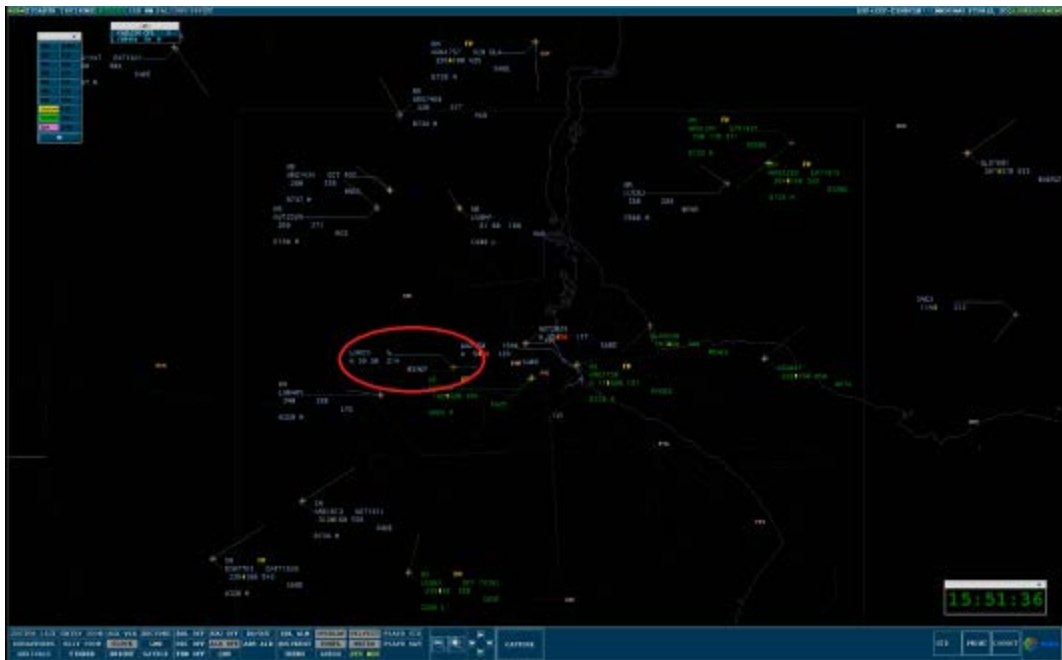


Figura 74. *Plot* y *track* del LV-MCV en la pantalla radar (15:51:36 horas)

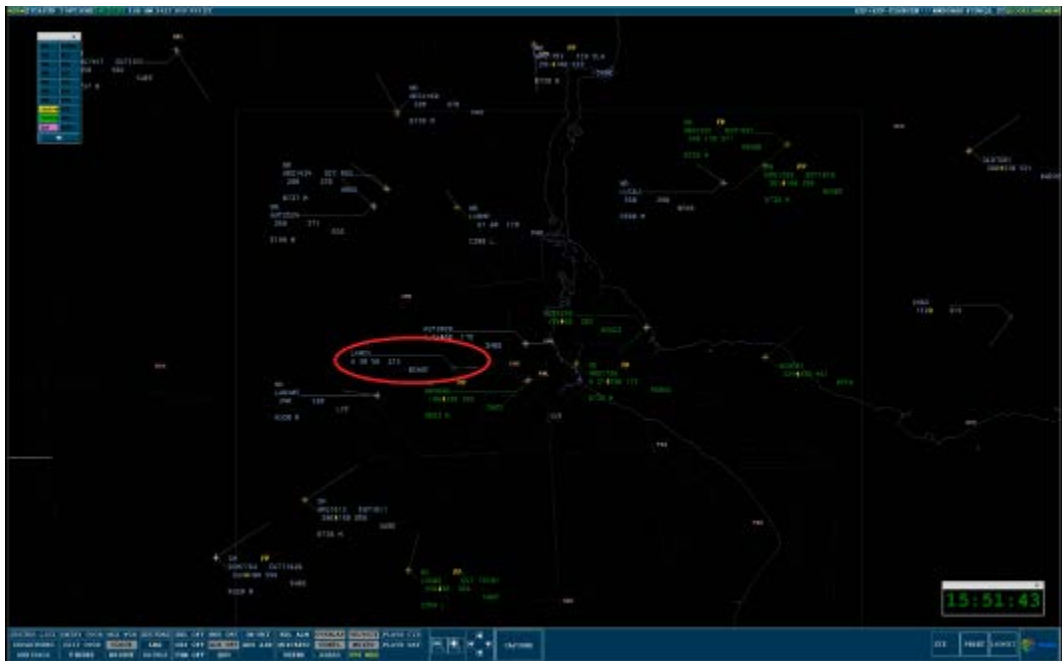


Figura 75. Pérdida de *plot* del LV-MCV en la pantalla radar (15:51:43 horas)

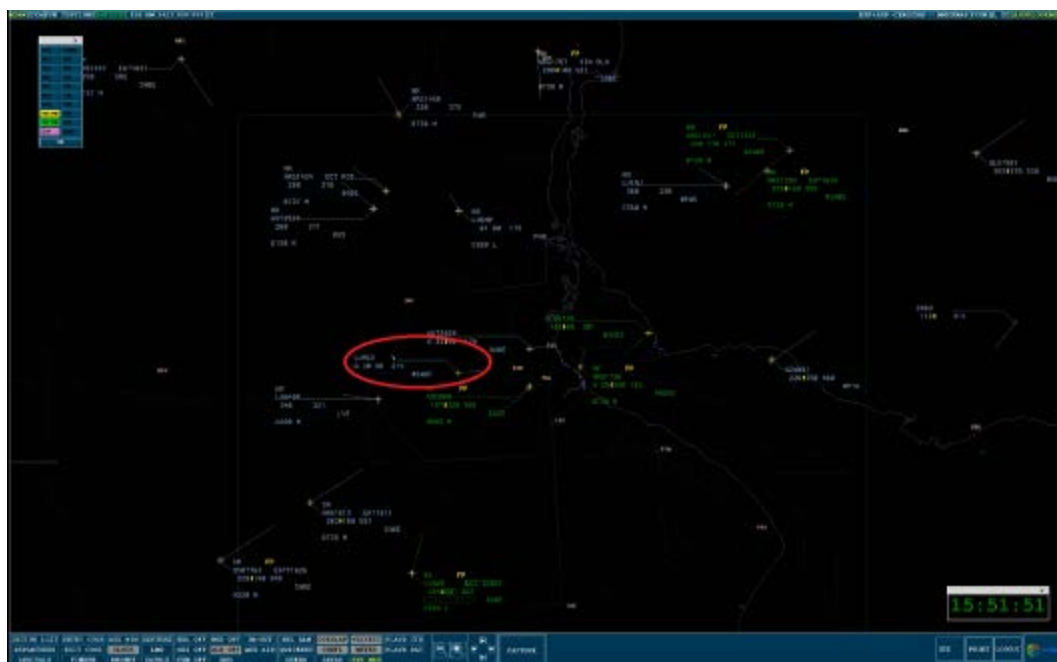


Figura 76. *Plot* y *track* del LV-MCV en la pantalla radar (15:51:51 horas)

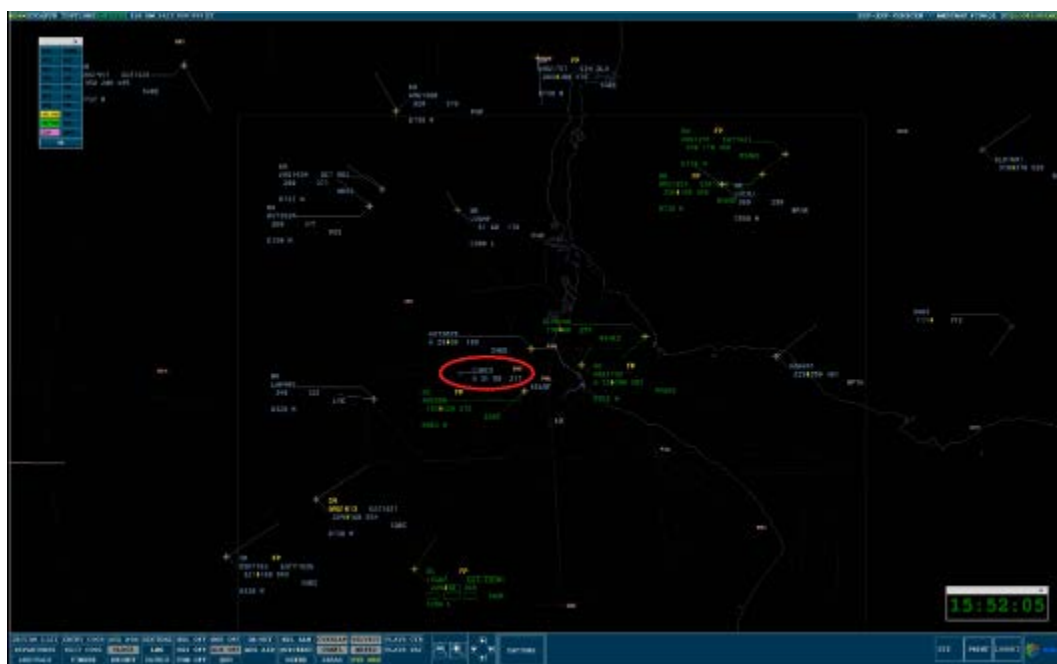


Figura 77. Pérdida de *plot* del LV-MCV en la pantalla radar (15:52:05 horas)

LUGAR:
próximo
a la
confluen
cia de

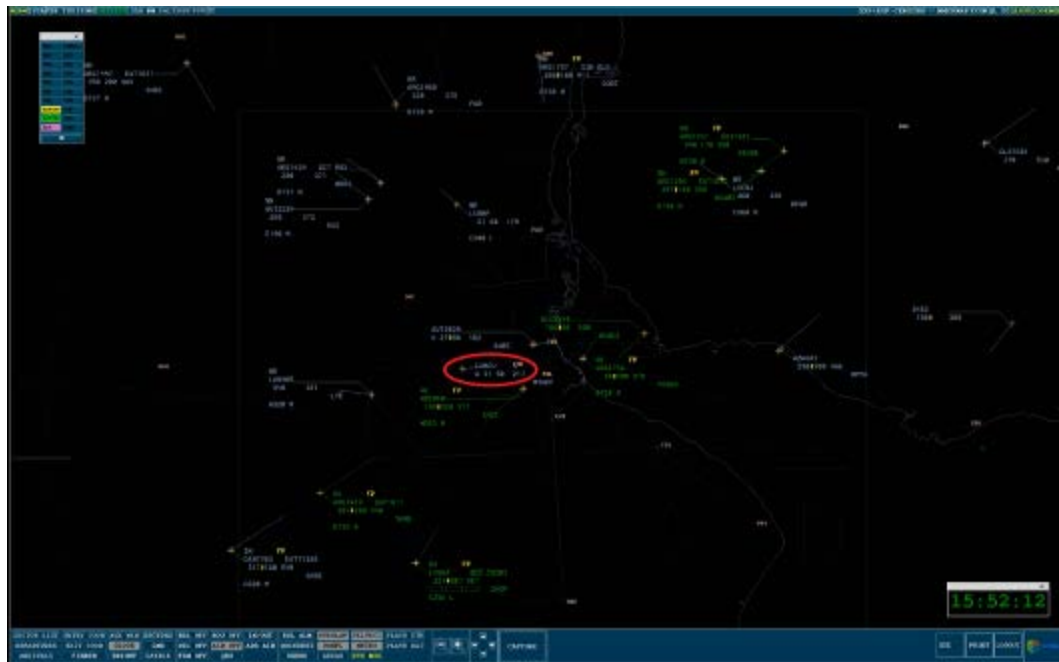


Figura 78. Plot y track del LV-MCV en la pantalla radar (15:52:12 horas)



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2018 - Año del Centenario de la Reforma Universitaria

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: LV-MCV - Informe de Seguridad Operacional

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 108 pagina/s.