COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

130 AÑOS 1891 - 2021

INFORME FINAL **EXP. No. ACCDTAFA019/2019MMMV**

Pérdida de control de vuelo
CANADAIR LTD, CL 600-2B16, N601VH, año de fabricación 1989
5.9 M.N., al sur del ejido "La Rosita", municipio de Ocampo, Coahuila
05 de mayo de 2019

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Subsecretaría de Transporte

Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación

Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación

México 2021 Año de la Independencia

ADVERTENCIA

La Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación señala que el presente informe final de dictamen esta emitido con base en los Artículos 1, 2 fracción I, 14, 16, 18, 26, y 36 fracción XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2 fracción XVI, sub-fracción XVI.5, 9, y 21 fracción XXIII del Reglamento Interior de la SCT; 185, 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, así como el artículo primero Transitorio segundo y cuarto del "Acuerdo por el que se establece que las actividades relativas a la búsqueda y salvamento, así como la investigación de accidentes e incidentes sufridos por aeronaves civiles a que se refieren los artículos 80 y 81 de la Ley de Aviación Civil serán realizadas por la Subsecretaria de Transporte", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 2021.

El presente informe final es un documento técnico que refleja el punto de vista de la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Aéreos, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), respecto a las circunstancias en que se produjeron los sucesos objeto de esta investigación, identificando la causa probable y haciendo recomendaciones de carácter preventivo para todo concesionario, permisionario, operador aéreo y personal técnico aeronáutico que interviene durante la operación de una aeronave.

De acuerdo con lo señalado por el Anexo 13 (Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación), editado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI); los artículos 81 de la Ley de Aviación Civil y 185 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, los cuales establecen que el objeto principal de la investigación de los accidentes e incidentes de aviación será prevenir y evitar la producción o reincidencia de eventos similares. El propósito de esta actividad no es determinar la culpabilidad o responsabilidad civil o penal de los involucrados en el suceso.

Consecuentemente, la difusión, distribución, copia y otro uso de la información que se haga de este informe final con fines distintos a la prevención de futuros accidentes puede derivar en conclusiones e interpretaciones erróneas. Por lo que la entrega de ésta afectaría de manera directa las relaciones internacionales entre México y otros países u organismos internacionales, ya que la divulgación de la información que se desprende de la investigación de los accidentes aéreos afectaría en la pérdida de confianza en los países participantes en una investigación, pudiendo afectar futuras investigaciones esto debido a que México no es un país fabricante de aeronaves por lo que no cuenta con laboratorios especializados para la realización de estas tareas de investigación de componentes y/o motores.

INDICE

INTRODUCCION 3
1. INFORMACIÓN DE LOE HECHOS 4
1.1. Reseña del vuelo 5
1.2. Lesiones a Personas 5
1.3. Daños a la Aeronave 5
1.4. Otros Daños 6
1.5. Información sobre el personal aeronáutico 6
1.5.1. Comandante 6
1.5.2 Primer Oficial 8
1.5.3. Controladores de tránsito aéreo 10
1.6. Información sobre la Aeronave 11
1.6.1. Información General 11
1.6.2. Registros de Mantenimiento 12
1.6.3. Motores 12
1.6.4. Planeación del Mantenimiento 12
1.6.5. Datos Operacionales 12
1.7. Información Meteorológica 12
1.8. Comunicaciones 16
1.9. Registradores de vuelo 16
1.9.1 FDR 16
1.9.2 CVR 20
1.10. Información de los restos de la Aeronave y el Impacto 22
1.11. Incendio 23
1.12. Supervivencia 23
1.13. Ayudas a la Navegación 23
1.14. Información de Organización y Dirección 26
1.15. Pruebas e Investigaciones 26

2. Análisis 31

3. Conclusiones 37

Causa Probable 37

Recomendaciones 37

Anexo "A"

Anexo "B"

Anexo "C"

Anexo "D"

INFORME FINAL

Aprobado en la Sesión 007/2021 de la Comisión Investigadora de fecha 17 de diciembre del 2021.

Matrícula: **N601VH**
Número de expediente: **ACCDTAFA019/2019MMMV**

Introducción.

El día 05 de mayo del año 2019, a las 17:40 horas (23:40 UTC) aproximadamente, se accidentó la aeronave marca CANADAIR LTD, modelo CL-600-2B16, matrícula N601VH, de la empresa Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., durante el ascenso de FL390 a FL410, bajo las reglas de vuelo por instrumentos, prevaleciendo en ruta condiciones meteorológicas adversas, produciéndose pérdida de control de la aeronave, precipitándose a tierra, esta aeronave fue localizada en el poblado de La Rosita, De Ocampo, Coahuila; el despegue se realizó en el aeropuerto Mc Carran de Las Vegas (KLAS), con destino al aeropuerto Internacional de la Ciudad de Monterrey N. L., (MMMY), resultando los 11 pasajeros y los 2 pilotos con lesiones fatales, la aeronave quedó destruida por impacto y fuego.

El suceso fue notificado a la Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación (Estado del Suceso) el día 06 de mayo de 2019 por la Comandancia Regional II de Inspección Aérea (Centro Coordinador de Salvamento); ese mismo día se realizó la notificación internacional al Estado de Matrícula (National Transportation Safety Board, NTSB), del Fabricante (Transport Safety Board, TSB of Canadá) y a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), con base a las normas y métodos recomendados del Anexo 13 al Convenio de Aviación Civil Internacional (CACI), el presente informe es emitido por la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación en su carácter del Estado del Suceso.

Se recibieron los comentarios por parte de los Estados involucrados en esta investigación, los cuales fueron vertidos en este informe.

La responsabilidad por la aplicación de las recomendaciones de seguridad operacional de este informe de accidente corresponderá a quienes les aplique la notificación correspondiente de la recomendación.

La Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes e Incidentes de Aviación, DAAIA/SST enfatiza que: la Causa Probable de este accidente, los factores contribuyentes y/o las recomendaciones emitidas en el presente Informe Final de Causa Probable o en el contenido de sus anexos, en ningún caso denuncian o implican responsabilidad o culpabilidad alguna a nadie respecto de la ocurrencia de este suceso.

1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.

1.1. Reseña del vuelo.

El día 05 de mayo de 2019 a las 14:52 horas (21:52 UTC) despegó la aeronave matrícula N601VH, como vuelo privado, propiedad de Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., con once pasajeros a bordo, del aeropuerto de Las Vegas con destino a la Ciudad de Monterrey, con un capitán y copiloto respectivamente, los cuales contaban con licencias y certificados médicos vigentes expedidos por la FAA, en el plan de vuelo se asentó que estimaban un tiempo en ruta de dos horas con treinta minutos a su destino, estimando su arribo a las 19:20 hora local (00:20 UTC).

De acuerdo con la información de los datos del plan de vuelo la ruta prevista era COWBY8 COWBY PGS URKOM sobre territorio americano, al entrar al territorio mexicano su ruta planeada era checar el fijo CEIBA, continuando sobre la aerovía UT3 hacia el VOR MOV y de ahí continuar sobre la aerovía UJ15 a MTY; con base en las comunicaciones e imágenes de video radar del Centro de Control Monterrey Sector 5 (ACC MTY 5) ...

...a las 23:24:27 UTC la aeronave establece su primera comunicación con ACC MTY 5 solicitando ascender a FL390, siendo autorizada su petición por el CTA de ACC MTY 5, en ese momento se observa a la aeronave en el video radar de las 23:24:30 UTC que se encontraba a 225 MN del VOR MOV con un FL370, en la aerovía UT3;

...a las 23:33:43 UTC (09:16 minutos después) el N601VH solicita ascender a FL410 siendo autorizado por ACC MTY 5; en ese momento en la imagen de video radar de las 23:33:45 UTC se observa en la etiqueta radar que estaba a 157 MN del VOR MOV a FL389, siendo esta la última comunicación con el N601VH.

Los investigadores notaron además en las imágenes de video radar que:

...a las 23:37:26 UTC (pasaron 06:17 minutos) la aeronave asciende a FL410 estando a 129 MN del VOR MOV;

...a las 23:37:45 UTC (19 segundos después) se le observa a en la etiqueta del video radar al N601VH a FL422 estando a 128 MN del VOR MOV y posteriormente...

...a las 23:37:53 UTC (8 segundos después) desaparece el dato de altitud de la etiqueta radar, estando a 127 MN del VOR MOV, posteriormente vuelve a aparecer el dato de altitud indicando FL422 sobre la aerovía UT3 a 123 MN de VOR MOV, todo lo anterior sin que la tripulación hubiese solicitado cambio de altitud ni personal de los STA hubiese autorizado cambio de niveles de vuelo.

A las 23:39:32 UTC (18:39:32 horas); es decir 01:39 minutos después; el Controlador de ACC MTY 5 intenta comunicarse con el N601VH y al no recibir respuesta se comunica con el controlador del ACC MTY 3 indicándole la pérdida de detección de la respuesta del transponder del N601VH en la pantalla de su posición de control ***"(...) ESE SEIS CERO UNO VICTOR HOTEL EH SE ACABA DE PERDER ... Y SE SUBIO MAS DEL CUARENTA Y UNO ANDABA ACA COMO POR CUARENTA Y DOS DOSCIENTOS AHÍ DONDE SE PERDIO ANDABA COMO QUE SE IBA A SUBIR A CUARENTA Y TRES PERO YA NO LE PUDE PREGUNTAR A QUE ALTITUD SE ESTABA SUBIENDO ... YA NO ME RESPONDE (...)".***

A las 18:50 horas (23:50 UTC) Centro de Control Monterrey notifica a la Comandancia de Aeropuerto de Monterrey, (Subcentro Coordinador de Salvamento) que había perdido comunicación y contacto radar con la aeronave N601VH cuando ésta se encontraba a 141 millas en la radial 311 (al noroeste) del VOR MOV. A las 12:07 horas del día 06 de mayo de 2019, los servicios de búsqueda localizan por vía aérea el sitio del accidente en las coordenadas geográficas Latitud 28°21'07.3" N y Longitud 103°17'29.2" W, a una elevación de 1,088 m a NMM, a 129 MN sobre la radial 306 del VOR

MOV, las 13 personas con nacionalidad mexicana a bordo de la aeronave resultaron con lesiones fatales y la aeronave destruida por impacto y fuego.

No se recibió ninguna señal del ELT, en las instalaciones de COSPAS SARSAT de la Secretaría de Marina Armada de México.

Fig. 1.1.a. Imagen que muestra la posición del impacto de la aeronave con respecto a su rumbo (Imagen proporcionada por la NTSB)

1.2. Lesiones a Personas.

--	Cantidad	Lesiones Mortales	Lesiones Graves	Lesiones Leves / Ninguna
Tripulación	2	2	---	---
Pasajero(s)	11	11	---	---
Otros	0	0	---	---
Total	13	13	---	---

1.3. Daños a la aeronave.

Por los datos que se obtuvieron del registrador de datos de vuelo (FDR), la aeronave presentó una pérdida de control en vuelo, los investigadores observaron que ésta se invierte en dos ocasiones, presentándose esfuerzos estructurales generados al ingresar a una perturbación meteorológica (CB) y finalmente entra en desplome con gran energía, hasta alcanzar una actitud de alas niveladas, posición con la que se impacta contra el terrero, generándose inmediatamente fuego, el cual consumió en su totalidad la cabina de pilotos, las semi alas derecha e izquierda también presentan daños por fuego hasta la ubicación de los tanques de combustible, la sección del estabilizador vertical y horizontal se desprendieron desde su base debido al impacto quedando a 2 metros del fuselaje principal, cabe señalar que esta sección no presenta daños por fuego.

El motor numero dos (derecho), permaneció en su posición en el fuselaje, mientras que el motor número uno (izquierdo) se desprendió desde su empotre quedando aproximadamente a 1 metro del fuselaje principal, el tren de aterrizaje se encontró en posición de retraído y pequeños componentes del fuselaje se dispersaron hacia el sur de los restos principales, hasta una distancia de 50 metros.

Todas las superficies de control de la aeronave se encontraron en el sitio del accidente por lo que se descarta que alguna sección de las superficies de control se hubiera desprendido antes del impacto o en vuelo.

Ambos motores se inspeccionaron y los alabes del compresor mostraban evidencias de no estar produciendo empuje al momento del impacto contra el terreno, ambos presentaban daños en un solo punto donde impactaron contra el terreno, esta sección se comprimió y no dejaba girar libremente a las otras secciones de motor, por lo que no fue posible hacer girar el motor manualmente en el lugar del impacto.

Los investigadores analizaron detenidamente los audios que arrojó el CVR determinando al observar el espectro del audio que ambos motores si estaban funcionando de manera normal, antes de penetrar la zona de CB. Por lo que, durante la inspección a los motores en laboratorios, los investigadores, concluyeron junto con los investigadores de la TSB y del fabricante General Electric que no era necesaria su apertura.

Fig. 1.3.a. posición final de la aeronave

Debido a los daños causados por el fuego posterior al impacto contra el terreno, no fue posible evaluar las ultimas indicaciones en los instrumentos y los componentes del sistema hidráulico; observando las palancas de control de ambos motores estas se encontraban en posición de "Máximo Empuje".

1.4. Otros daños.

La aeronave impactó en un terreno plano semidesértico, sin vegetación, el cual no presenta obstrucciones geográficas o edificaciones, no afectando flora ni fauna del lugar, de igual forma la aeronave no tuvo daño alguno por objeto (s) ajenos a su estructura.

1.5. Información sobre el personal aeronáutico.

1.5.1. Comandante (Capitán).

Datos del expediente FAA del Capitán al mando del N601VH:

LICENCIA:	*Tipo:*	*Airline Transport Pilot*
FAA Ver 1.	*Vigente:*	*Indefinido*
	Capacidades:	*AIRPLANE MULTIENGINE LAND, CL-600, G-1159, G-IV*
	Otros:	*ENGLISH PROFICIENT*
	Edad: Ver 1.	*AÑOS CUMPLIDOS*

1.5.1.1. FAA, la División de Certificación de Pilotos, aportó a la investigación una copia certificada del expediente FAA del Capitán al mando a la DAAIA, donde indica que el 05/ene/2019, se le otorga Certificado PENDING, confirmando que es poseedor de la licencia FAA Ver 1. con vigencia indefinida.

- En el documento FAA (OMB No: 2120-0021), con fecha diciembre 14, 2018, se indica que el Capitán al mando tiene 3,337 horas totales, con 3,325 horas de comandante.
- El 13 / dic / 2018, FAA, la división de Certificación de Pilotos emitió el Certificado de Piloto PENDING al Capitán al mando con las capacidades: Airplane Multiengine Land, CL-600 (limitations), English Proficient.
- El 10 / Dic / 2018, el Capitán al mando realizó su examen para "Airline Transport Pilot", obteniendo una calificación de 81.
- El Capitán al mando, egresó de CAE Simuflite INC., el 02 / nov / 2018, completando el programa de entrenamiento de Airline Transport Pilot, curso de 35 horas de duración, repartidas en 5 días.
  - Del punto anterior, el Capitán al mando acumuló en simulador 28 horas totales en equipo Challenger 601, de los cuales 14 horas fueron como comandante y las otras 14 como "primer oficial".
  - CAE Simuflite emite al Capitán al mando constancia de curso inicial en Challenger 601 con fecha 14 de diciembre de 2018.
  - En el calendario de estudios de ATP, el día 01 de noviembre de 2018, el Capitán al mando tuvo como materia el tema de "Runway Safety and Adverse Weather".
- El 02 / Ago / 2010, contando con el certificado de piloto privado Ver 1. fue suspendido por 270 días por el Departamento de Transporte U.S., por volar en la aeronave N412JT (Gulfstream/Grumman G 1159/GII) sin tener la capacidad en esta aeronave, no tener la capacidad de instrumentos y no acatar las indicaciones de los Servicios de Tráfico Aéreo, aún y cuando el mismo las colacionaba, lo anterior en despegando del aeropuerto KLAS.
- El 03 / jun / 2008, el Departamento del Transporte U.S., le otorga el certificado temporal de Piloto Privado (Ver 1. capacidades Airplane Single and Multiengine Land) en base a la licencia mexicana Ver 1.
- En los Estados Unidos de América, el Departamento del Transporte de la Administración Federal de Aviación, emite el certificado médico de "primera clase" a favor del Capitán al mando, sin ninguna limitación y siendo examinado el 14 / dic / 2018.
- El Capitán al mando realizó exámenes médicos en el Departamento del Transporte de la FAA, en los años 2009, 2011, 2012, 2016 y 2018, en 2012 le fue detectado una curva anormal en la lectura del electrocardiograma (ECG).

1.5.1.2. Datos del expediente AFAC (Estados Unidos Mexicanos) del Piloto al mando del N601VH:

- Licencia (Recuperada) número Ver 1. (folio 91916), Piloto de transporte publico ilimitado, vigencia del 26 / oct / 2017 al 26 / oct / 2020.
- Capacidades de la licencia Ver 1.: PIC BAE HS 125, Multi engine Airplane Land.
- La Dirección de Licencias de la Agencia Federal de Aviación Civil que la licencia con folio 67539 no fue impresa por dicha Dirección la cual contaba con una vigencia a partir del 15 / dic / 2011 y fue dada de baja el 25 / oct / 2017.
- El 16 / jun / 2016, en la Comandancia del Aeropuerto MMTO, al Capitán al mando le fue abierta oficialmente su bitácora de vuelo, con un total de 11,720 horas totales tomadas de la bitácora anterior.

- El 19 / mayo / 2020, el despacho de la Comandancia de Aeropuerto de Toluca le certifica al Capitán al mando 329:42 horas voladas en equipo CL-600, en el amparo de las licencias Ver 1. y Ver 1. (Licencia FAA), dando un total de horas voladas de 11, 875:48.

1.5.1.3 Datos de vuelos en territorio mexicano, con licencia FAA Ver 1. del piloto al mando del N601VH:

- La aeronave N601VH estuvo volando bajo el amparo de la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V.
- El Capitán al mando con licencia FAA Ver 1. voló en la aeronave N601VH para la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V.
- La jefatura de pilotos de la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., certificó 54 horas con 30 minutos voladas en la aeronave N601VH entre las fechas del 15 / dic / 2018 al 03 / May / 2019.
- El 16 / May / 2020, un Notario público en el estado de California, emite el certificado de reconocimiento de uso múltiple para el oficio con fecha 04 / May / 2020 y la información anexa a dicho oficio que el instructor con licencia FAA ATP Ver 1. emite dirigido al representante de la Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., donde proporciona las horas "de vuelo totales de entrenamiento en equipos Challenger 600/601" del Capitán al mando.
- Las horas totales acumuladas por el Capitán al mando con licencia FAA Ver 1. esto en complemento al punto anterior, en el periodo del 14 / sep. / 2013 al 08 / abr / 2019, fueron; 275:2 horas totales.

1.5.1.4. De la información proporcionada por la Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., se tienen las horas laboradas en los últimos 90, 60 y 30 días previos al accidente.

Mes	Horas en el equipo N601VH	Horas en otros equipos CL600
Enero	20:54	--:--
Febrero	07:00	04:12
Marzo	--:--	20:06
Abril	11:54	06:24
Mayo	09:54	--:--
	49:42	30:42

El día del accidente la aeronave comienza la operación a las 21:45 UTC y la hora del accidente fue a las 23:40 UTC aproximadamente, acumulando ese día 01:55 horas.

1.5.2. Primer oficial (Copiloto)

Datos del expediente FAA del Copiloto al mando del N601VH:

LICENCIA:	*Tipo:*	*Commercial Pilot*
FAA Ver 1.	*Vigente:*	*Indefinido*
	Capacidades:	*AIRPLANE SINGLE AND MULTI ENGINE LAND, Instruments Airplane, CL-600*
	Otros:	*English Proficient*
	Edad: Ver 1.	*AÑOS CUMPLIDOS*

1.5.2.1. En los documentos de FAA Ver 1. NO se indican las horas de vuelo del Copiloto.

- El Copiloto estudió y egresó como Piloto Privado (FAA Ver 1.) del centro de entrenamiento American Flyers, en Forth Worth, TX., otorgándole su certificado temporal de piloto el 16/Jun/2009, expirando dicho certificado el 31/Ene/2010.

- El 30/jul/2009, el Copiloto realizó su examen para Piloto Comercial, obteniendo una calificación de 95.
- El Copiloto realizó exámenes médicos FAA, en los años 2009, 2015, 2018 y 2012 todos sin presentar alguna limitación que confinara el ejercicio de sus atribuciones como Piloto Aviador.
- En los Estados Unidos de América, el departamento del Transporte de la Administración Federal de Aviación emite el certificado médico de "primera clase" a favor del Copiloto, sin ninguna limitación y siendo examinado el 01 / feb / 2018.

1.5.2.2. Datos del expediente AFAC (Estados Unidos Mexicanos) del Copiloto del N601VH:

- El Copiloto contaba con la licencia vigente de Personal Técnico Aeronáutico número [redacted] – Piloto Comercial de Ala Fija.
- Las Capacidades de la licencia [redacted] son; Hasta 5700 kg, instrumentos, multimotor, tierra.
- El 02 / Ago. / 2018, el Copiloto solicita a la Dirección de Licencias la "Revalidación" de su licencia tipo Piloto comercial ala fija, número [redacted], donde tiene una certificación de horas en la comandancia de Aeropuerto del ADN de 1, 541: 50 horas, donde realizo vuelo en equipos CL-60, PA-32, PA-31, C-336 y PA-27, horas voladas entre el 26 / sep. / 2015 al 14 / jul / 2018.
- El 28 / ago. / 2018, el centro de capacitación número DGAC L-62, denominado, Orión, Centro de Capacitación, S.C., emite el certificado "Inicial para piloto en el equipo Bombardier Challenger 600 series, con una duración de 80 horas, obteniendo una calificación aprobatoria de 100.
- El 12 / Sep / 2018, se certifican en el despacho de la comandancia de aeropuerto en Villahermosa, Tab., 615 horas voladas en el periodo del 24/ene/2011 al 16/mar/2015, en equipos C210, PA27, C336, PA32 y BE20, tomadas de la bitácora de vuelo y en amparo de la licencia FAA 3444831, de igual forma se certificaron un total de horas voladas de 1, 541:50., tomadas de la bitácora de vuelo y en el amparo de la licencia [redacted], para un total de 2, 156:50 horas voladas.
- El 19 / mayo / 2020, el despacho de la Comandancia de Aeropuerto de Toluca le certifica al Copiloto 206:12 horas voladas en marca y modelo Challenger 601, en el amparo de las licencias [redacted] y [redacted] (Licencia FAA), dando un total de horas voladas de 2, 269:02.

1.5.2.3. Datos de vuelos en territorio mexicano, con licencia FAA [redacted] del Copiloto al mando del N601VH:

- La aeronave N601VH estuvo volando bajo el amparo de la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V.
- El Copiloto con licencia FAA [redacted] voló en la aeronave N601VH para la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V.
- La jefatura de pilotos de la empresa Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., certifico 99 horas con 30 minutos voladas en la aeronave N601VH entre las fechas del 09/nov/2018 al 03/May/2019.
- El 16 / May / 2020, el Notario público en el estado de California, Darius Talley, emite el certificado de reconocimiento de uso múltiple para el oficio con fecha 4/May/2020 y la información anexa a dicho oficio que el instructor con licencia FAA ATP [redacted] emite dirigido al responsable de la Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., donde proporciona las horas "de vuelo totales de entrenamiento en equipos Challenger 600/601" del Copiloto.
- Las horas totales acumuladas en marca y modelo Challenger 601 por el Copiloto con licencia FAA [redacted] esto como complemento al punto anterior, en el periodo del 14 / mar / 2018 al 27 / abr / 2019, fueron; 147.48 horas totales.

- El examen médico del copiloto, expedido por la Subsecretaría del Transporte, Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte, tiene vigencia del 05 / ago. / 2018 al 05 / ago. / 2019.

1.5.2.4. De la información proporcionada por la Compañía de Aviación y logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., se tienen las horas laboradas en los últimos 90, 60 y 30 días previos al accidente del Copiloto:

Mes	Horas en el equipo N601VH	Horas en otros equipos CL600
Enero	20:54	--:--
Febrero	07:00	--:--
Marzo	--:--	--:--
Abril	11:54	10:00
Mayo	09:54	--:--
	49:42	10:00

El día del accidente la aeronave comienza la operación a las 21:45 UTC y la hora aproximada del accidente fue a las 23:40 UTC aproximadamente, acumulando ese día 01:55 horas.

1.5.3. Controladores de tránsito aéreo.

1.5.3.1 Controlador de Sector 3 de MTY, cuenta con licencia de Controlador de Tránsito Aéreo Clase III, vigente, cuenta con cursos de Estados o modos degradados en ambiente radar, Comunicación efectiva en los factores humanos, Periódico para controladores en ambiente radar y META I, Inducción al Manual de Gestión de Transito Aéreo en México, Procedimientos relativos a emergencias, Falla de comunicaciones y contingencias, Sistema de Seguridad Operacional, FH Trabajo en equipo, Control de Transito Aéreo en un entorno PBN, FH sesgos y prejuicios en el control de Tránsito Aéreo.

1.5.3.2. Controlador de Sector 5 de MTY, cuenta con licencias de Controlador de Tránsito Aéreo Clase III y Meteorólogo Aeronáutico Clase I, ambas licencias vigentes, tomo los cursos Periódico para controladores en ambiente radar y META I, Control de Tránsito Aéreo en un Entorno PBN (APP) y Periódico para Controladores de Tránsito Aéreo en Unidades ATC, Inducción al Manual de Gestión de Transito Aéreo de México, Procedimientos relativos a emergencias, fallas de comunicaciones y contingencias, Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional, FH sesgos y prejuicios en el control de Tránsito Aéreo, Manejo de Turbulencia de Estela y Atención de emergencias en Unidades ATC, FH Gestión de la Amenaza y el error, Mensajes Meteorológicos Aeronáuticos, Tormentas: Su afectación el aeródromo y Fenómenos de oscurecimiento.

1.5.3.3. Jefe de Centro de Control Monterrey, cuenta con licencias de Controlador de Tránsito Aéreo Clase III y Meteorólogo Aeronáutico Clase I, ambas licencias vigentes, cuentan con curso Periódico para controladores en ambiente radar y META I, Control de Transito Aéreo en un Entorno PBN (APP) y Periódico para Controladores de Transito Aéreo en Unidades ATC, Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional, FH sesgos y prejuicios en el control de Transito Aéreo, Manejo de Turbulencia de Estela y Atención de emergencias en Unidades ATC, FH Gestión de la Amenaza y el error, Mensajes Meteorológicos Aeronáuticos, Tormentas: Su afectación el aeródromo y Fenómenos de oscurecimiento.

1.6. Información sobre la aeronave

1.6.1. Información general.

La aeronave marca CANADAIR LTD, modelo CL-600-2B16, número de serie Ver 2. matrícula N601VH, año de fabricación 1989, de la empresa Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., con base de operaciones en el Aeropuerto Internacional de Toluca, Edo., de México, tenía un certificado de aeronavegabilidad emitido el 17 de octubre de 2017, con tipo Corporativo. La aeronave tenía una configuración de 13 plazas, 3 asientos para la tripulación (01 piloto, 01 copiloto y 01 sobrecargo).

La primera matrícula registrada para la aeronave fue C-GLYC en el año 1989 y el 03 de mayo de 1989 se da de baja en el Registro Aeronáutico de Transport Canadá, y se le otorga la matrícula N779YY por la Federal Aviation Administration y el 17 de octubre de 2017 se le asigna la matrícula N601VH.
En base a los controles de mantenimiento proporcionados por el Propietario, los tiempos actualizados correspondientes al 01 de noviembre de 2018, cuando se le dio servicio mayor, eran los siguientes:

Componente	Marca	Modelo	N/S	Tiempo Total	Ciclos
Planeador	Canadair LTD	CL 600-2B16	Ver 2.	7637.1	4122
Motor 1	General Electric	CF34-3 A		7042.4	3966
Motor 2	General Electric	CF34-3 A		7550.3	4222
Nota: Los tiempos mostrados en la tabla, son tiempos emitidos en un servicio de mantenimiento "Mayor" realizado por Jet Zone INC.					

1.6.2. Registros de mantenimiento.

Con base a los registros de mantenimiento proporcionados, el 20 de junio de 1989, se le aplicó el Boletín de Servicio SB 601-0280, para incrementar el peso máximo al despegue MTOW de 19,550 kg (43,100 lb) a 20,230 kg (44, 600 lb).

La Forma FAA 337 - MAJOR REPAIR & ALTERATION (Airframe, Powerplant, Propeller, or Appliance), de fecha 06 de diciembre de 1989, a la aeronave le fueron realizadas entre otras modificaciones las siguientes como principales:

- Instalación del sistema de advertencia de proximidad al terreno, un tercer sistema inercial y un registrador de datos de vuelo digital, todos bajo un Suplemento al Certificado Tipo (STC).
- Le fue removido e instalado los VHF communication (3 sistemas), Sistema de radio teléfono, DME, ELT y RCVR/Trans/ANT, Controllers (2).
- Le fue removido el sistema de radar meteorológico original y se le instalo el siguiente:
  - qr 870, RCVR/TRANS/ANT; HONEYWELL, P/N: 7012640-902AT f.s. 69
  - gc 870, CONTROLERS (2) HONEYWELL P/N: 70088471-803 AT f.s. 224
- Conforme al certificado tipo (A21EA) de la aeronave emitido por FAA, la aeronave permite ser configurada para un máximo de 22 ocupantes (incluida la tripulación).
- El 05 de junio de 1992, le fue instalado un sistema advertencia de viento cortante (Windshear) así como el sistema de Angulo de Ataque.
- El 18 de mayo de 1993, le fue instalado el sistema de posicionamiento global (GPS). El 11 de enero de 1998, se le aplico el SCT 00314 DE-D (Sistema de gestión de vuelo). El 12 de septiembre de 1999, se le aplicó el STC SA8139NM-D, (Collins VHF-22D Comm System). El 30 de septiembre de 2011, se le aplico el SCT ST10973SC, (Aircell Axxess WLAN System).
- El 25 de julio de 2017, se le aplicaron diferentes servicios entre los que destaca por 100, 300 y 600 hrs, cuando la aeronave tenía un tiempo total de 7,474.7 horas, al 24 de julio de 2017, también se realizó un análisis del aceite y del filtro CF34 usado (DM 335988, 501248, 501745).
- Con fecha de terminación del 01 de noviembre de 2018, se le realizaron servicios diversos (de 100 hrs y de programas de 6, 12, 24, 36 meses, por un taller autorizado, siendo este el último servicio registrado en el historial de mantenimiento de la aeronave.

1.6.3. Motores.

El 19 de octubre de 2018, se le efectuó a los motores la inspección de 100 y 300 horas al motor posición número uno, al número dos se le realizó la inspección de 100, 600 y 1,200 horas, conforme al Manual de Mantenimiento de General Electric y Bombardier.

1.6.4. Planeación del mantenimiento.

El documento de planificación de mantenimiento (MPD) del 08 de enero de 2018 del fabricante en lo relacionado con el ATA 34 Navegación, involucra servicios de 12 M, al sistema estático del pitot y sensor de temperatura (Pitot Static System and Temperature Sensing System), Control de contaminación y humedad del sistema estático de Pitot (Pitot static system moisture and contamination check), compas magnético de standby (Standby Magnetic Compass), Oscilación del compass (Compass Swing), y las relacionadas con las baterías. La aeronave recibió mantenimiento en el sistema de Pitot's, por JET- CARE INTERNATIONAL INC. cubriéndose el programa de mantenimiento CAMP, al sistema 34-11-00-202, el 07 de Julio de 2017, repitiéndose el 24 de Julio de 2017, verificándose la inspección, limpieza y pruebas de este sistema sin encontrar ninguna anomalía.

Existe también una verificación visual de 300 horas al sistema estático del pitot y sensor de temperatura (Pitot Static System and Temperature Sensing System, visual check), así como de limpieza de las cabezas estáticas de pitot, limpieza de los orificios del dren de Pitot (Pitot Static Heads, Clean Pitot Drain holes). JET ZONE, realizo la tarea anterior mencionada el 31 de octubre de 2018 cubriendo las tareas de mantenimiento de acuerdo con el manual de la aeronave BOMBARDIER, que tenían el mismo objetivo que las marcadas en el punto anterior.

Como una prueba adicional por parte de JET- CARE INTERNATIONAL INC., este inspecciono la cubierta o domo de la nariz de la aeronave, para ver su condición y posibles daños, sin encontrar nada tal como lo especifica en sus inspecciones de fechas 27 de junio de 2017.

1.6.5. Datos operacionales.

De acuerdo con la base de datos del Certificado de Tipo (TC) número A-131, expedido por la Autoridad Aeronáutica de Canadá (Transport Canada), el poseedor del TC es Bombardier Inc., la aeronave es Categoría de Transporte, aprobado el 21 de abril de 1987; entre otra información que contiene el TC están los siguientes datos operacionales más representativos:

Peso máximo de despegue de diseño:	19,550 kg
Peso máximo de despegue por STC	20,230 Kg
Cantidad de tanques de combustible:	4
Capacidad de combustible:	9, 998.835 lt
Velocidad máxima:	330 KIAS / 616.16 km/hr
Techo máximo de operación del planeador:	41,000 ft
Rendimiento máximo de operación de los motores:	45, 000 ft

1.7. Información Meteorológica

La información meteorológica del 05 de mayo de 2019 sobre las condiciones de tiempo que estaban disponibles y publicadas por el Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA - SENEAM) eran las siguientes:

METAR y TAF publicados antes de la salida de los pilotos del N601VH.

METAR MMMY 052041Z 14007KT 5SM BKN020 BKN030 28/20 A2980 RMK SLP/// 5//// 9// 8/500 HZY=

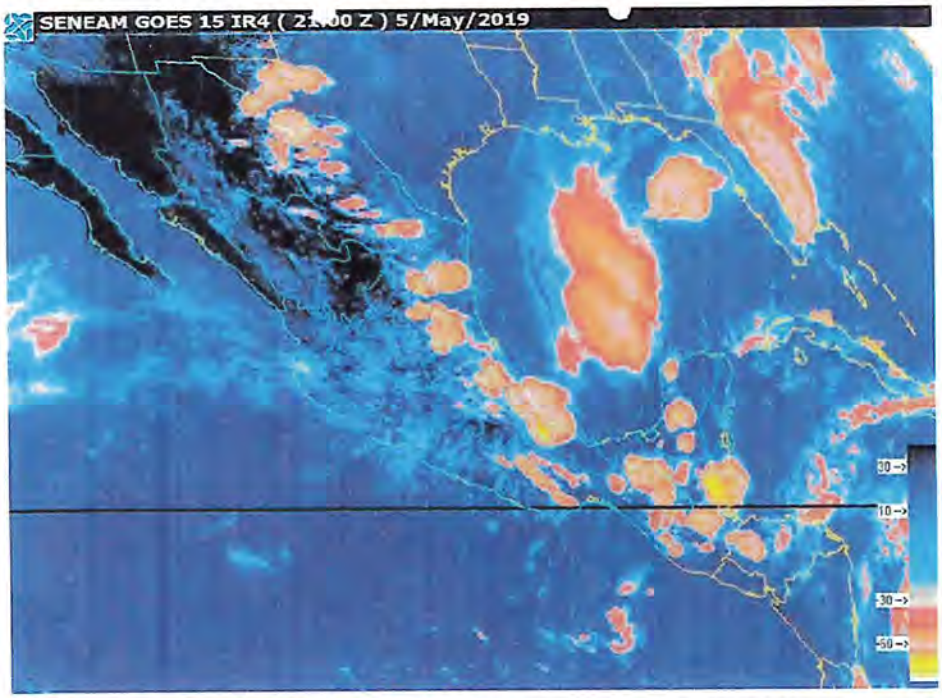
Reporte del 05 de mayo de las 2041 zulu; viento de los 140 grados con 07 nudos de intensidad; 5 millas de visibilidad horizontal; nublado a 2000 pies; nublado a 3000 pies; temperatura ambiente es

28 grados Celsius con 20 grados punto de rocío; altímetro 29.80 pulgadas de mercurio; observaciones (RMK) presión reducida al nivel medio del mar (SLP); Variación Trihoraria de la Estación (5///, 9///); Grupo de Nubes; bajas del 5 (STRATOCUMULUS NO COMULOGENITUS), medias del 1 (ALTOSTRATUS TRANSLUCIDUS) y no se observan nubes altas (8/510); Brumoso.

METAR MMMY 052141Z 20007KT 5SM BKN030 BKN040 28/20 A2979 RMK 8/500 HZY=
Reporte del 05 de mayo de las 2141 zulu, viento de los 200 grados con 07 nudos de intensidad; 5 millas de visibilidad horizontal; nublado a 3,000 pies; nublado a 4,000 pies; temperatura ambiente de 28 grados Celsius con 20 grados punto de rocío; altímetro 29.80 pulgadas de mercurio; observaciones (RMK); Grupo de Nubes; bajas del 5 (STRATOCUMULUS NO COMULOGENITUS), no se observan nubes medias ni altas (8/500); Brumoso.

METAR COR MMMY 052241Z 16006KT 6SM BKN030 BKN040 29/20 A2975 RMK 8/500 HZY=
Reporte del 05 de las 2241 zulu; viento de los 160 grados con 07 nudos de intensidad; 6 millas de visibilidad horizontal; nublado a 3,000 pies; nublado a 4,000 pies; temperatura ambiente de 29 grados Celsius con 20 grados punto de rocío, altímetro 29.80 pulgadas de mercurio; observaciones (RMK); Grupo de Nubes; bajas del 5 (STRATOCUMULUS NO COMULOGENITUS), no se observan nubes medias ni altas (8/500); Brumoso.

Los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, a través del Centro de Análisis y Pronósticos (CAPMA), generaron el análisis térmico del territorio nacional a las 2100 horas zulu (ver imagen 1.7.1.) esta es la información meteorológica disponible para ser consultada.



1.7.1 Análisis térmico del territorio nacional de las 2100Z

METAR, ESTACION MMMY.
METAR MMMY 052341Z 16008KT 6SM BKN050 BKN070 28/20 A2975 RMK SLP/// 5//// 9// 8/510 HZY=
METAR del día 05 de mayo de 2019, publicado a las 23:41 horas zulú; presencia de viento de los 160 grados con 08 nudos de intensidad, 6 millas de visibilidad horizontal, nublado a 5,000 pies; nublado a 7,000 pies; temperatura ambiente 28°C (grados Celsius), 20° grados de punto de roció; altímetro 29.75 pulgadas de mercurio; observaciones (RMK): presión reducida al nivel medio del mar (SLP); Variación Trihoraria de la estación y cambio de la presión en 24 horas (5/// 9//), Grupo de nubes;

bajas del 5 (STRATOCUMULUS NO COMULOGENITUS), medias del 1 (ALTOSTRATUS TRANSLUCIDUS) y no se observan nubes altas (8/510) Brumoso.

TAF: ESTACION MMMY.
TAF MMMY 052338Z 0600/0706 16005KT P6SM BKN030 BKN080 TX30/0621Z TN20/0612Z
FM060300 12005KT P6SM SCT020 BKN250
FM060900 12005KT 4SM BR HZ BKN010 OVC015
FM061500 13010KT P6SM SCT020
BKN250FM062200 13012KT P6SM BKN020CB OVC080
TEMPO 0622/0702 3SM TSRA=

Pronóstico de área terminal de Monterrey del día 05 de mayo de 2019 a las 2338z, con período de validez de las 0000 del día 06 de mayo a las 0600 del día 07 de mayo de 2017. viento de los 160 grados a 05 nudos. visibilidad mayor a 6 millas terrestres, nublado a 3000 pies, nublado a 8000 pies, temperatura máxima esperada de 3° grados Celsius a las 2100z del día 06 y una temperatura mínima de 20 grados Celsius a las 1200z del día 06.

A partir de las 0300 del día 06 se espera viento de los 120 grados a 05 nudos, visibilidad mayor a 6 millas terrestres medio nublado (SCT) a 2000 pies, nublado (BKN)a 25000 pies.

A partir de las 0900 del día 06, se espera viento de los 120 grados a 05 nudos, visibilidad de 4 millas terrestres por neblina y bruma. nublado a 1000 pies, cerrado a 1500 pies.

A partir de las 1500 del día 06, se espera viento de los 130 grados a 10 nudos, visibilidad mayor a 6 millas terrestres. Medio nublado a 2000 pies nublado a 25000 pies. A partir de las 2200 del día 06 se espera viento de los 130 grados a 12 nudos visibilidad mayor a 6 millas. nublado a 2000 pies por CUMULONIMBUS, cerrado a 8000 pies.

Temporalmente entre las 2200 del día 06 a las 0200 del día 07 visibilidad de 3 millas terrestres por tormenta y lluvia.

PRONÓSTICOS DE ÁREA
FAMX22 MMMX 050346 COR
PRD/VALIDEZ 050346/060600
SINOPSIS:
CORCHORRO CON EJE FL440 ALRG LNA 22N120W 21N110W MOV 30 NDS SBR SU EJE PARA 18Z ALRG LNA 22N120W 22N110W 20N103W VTO MAX 140 NUDOS. VGDA SBR PRCN NE AREA CON EJE FL050 ALRG LNA 30N103W 26N100W 24N95W SIN MOV APRCBL.

Corriente de chorro con eje a 44, 000 FL, a lo largo de la línea, en los puntos 22 N 120 W y 21 N 110 W, moviéndose a 30 kt sobre su eje. Posición pronóstico para las 18 UTC, está a lo largo de la línea 22 N 120 W y 20 N 103W, con viento máximo de 140 KT. Vaguada sobre la porción noreste del área, con eje a 5000 FL a lo largo de la línea 30 N 103 W, 26 N 100 W y 24 N 95 W, Sin movimiento apreciable.

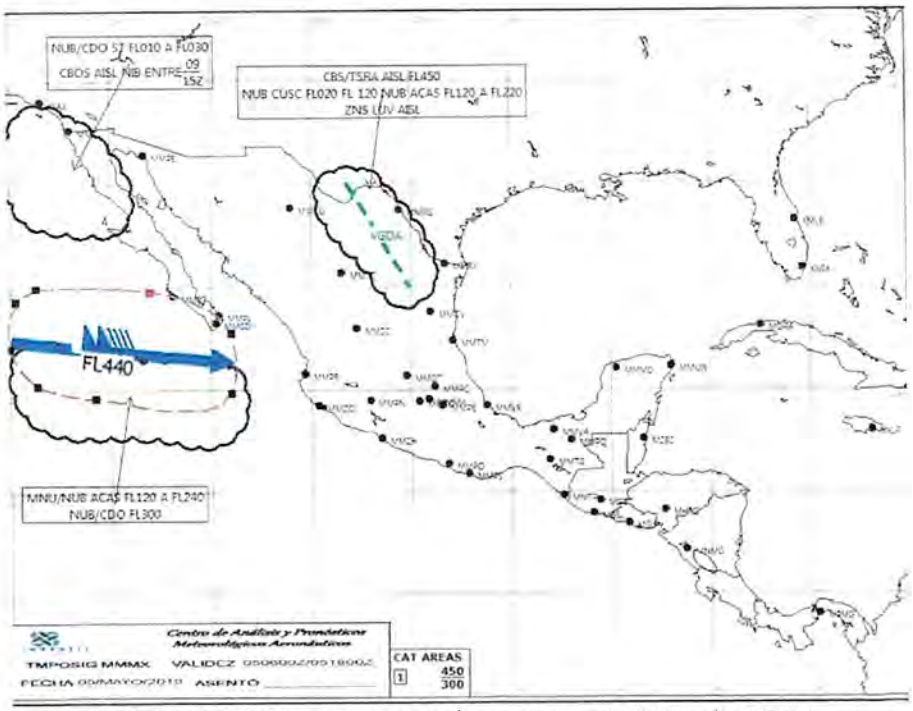
NOTA: La hora de emisión de este informe fue previa a la hora de despegue del N601VH.

Los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, a través del Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA), generaron los pronósticos de tiempo significativo en territorio mexicano, de 30,000 a 45,000 pies, aplicables al día 05 de mayo de 2019, con una vigencia de las 0600 a las 1800 horas zulu, información publicada y disponible (ver imagen 1.7.1)

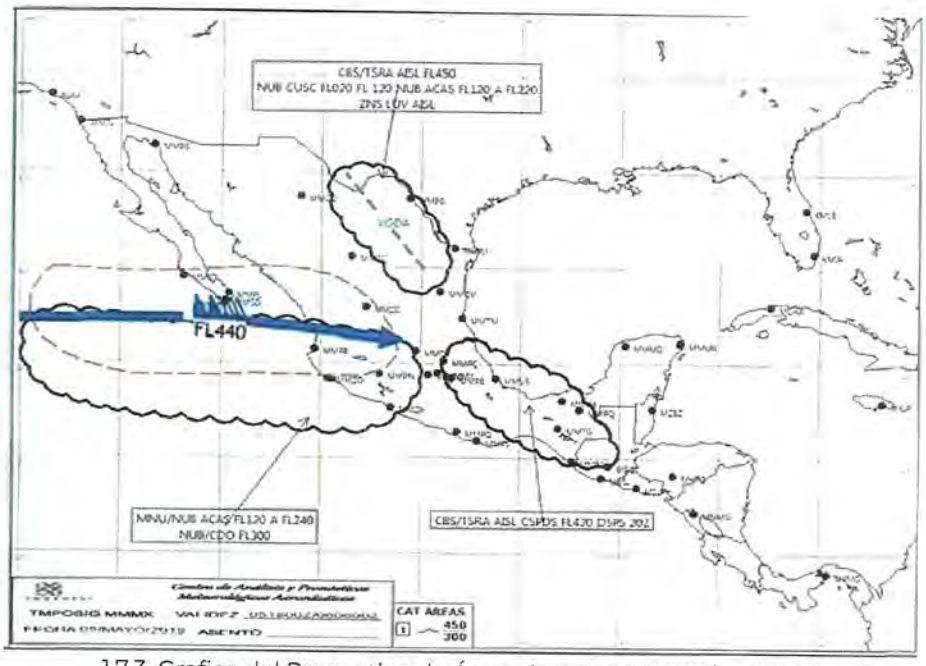
Posteriormente el CAPMA publico una actualización de esta misma carta de 30,000 a 45,000 pies, del día 05 de mayo de 2019 de las 1800 horas zulu vigente al 06 de mayo a las 0600 horas zulu, información publicada y disponible (ver imagen 1.7.2, 1.7.3)

TMPO SIG:
300MN SE EJE CORCHORRO MNU/NUB ACAS FL120 A FL240 NUB/CDO CICS FL300 TODO PRD. 60MN AMBSLDS EJE VGDA CBS/TSRA AISL CSPDS FL450 NUB CUSC FL020 A FL120 NUB ACAS FL120 A FL220 ZNS LUV AISL TODO PRD. 60MN AMBSLDS LNA 16N96W 20N98W CBS/TSRA AISL CSPDS FL420 DSPS 20Z. N 28N SBR MAR Y COSTA W PEN BAJA CALIF NUB/CDO ST FL010 A FL030 BCOS NIB AISL ENTRE 09Z/15Z.

300 MN al SE de eje de la corriente de chorro, medio nublado a nublado de alto cumulus y alto estratos, con bases a 12,000 ft y 24,000 ft y nublado a cerrado de cirrus y cirrostratos a nivel 30,000 ft todo el periodo (corriente de chorro). 60 M.N. ambos lados del eje de la vaguada cumulunimbus y tormentas aisladas con cúspides hasta 45,000 ft, nublados de cumulus y estratos cumulus, bases a 2,000 ft y cúspides hasta 12,000 ft, nublado de alto cumulus y alto estratos bases entre 12,000 ft y 22,000 ft, zona de lluvias aisladas todo el periodo. 60 MN ambos lados de la línea con puntos 16 N 96W, 20 N 98 W cumulus nimbus y tormentas aisladas, cúspides a 42,000 ft después de las 20 Z, al norte de 28 N sobre el mar y costa oeste de BC nublados a cerrados de estratus bases a 1,000 ft y cúspides a 3,000 ft con bancos de niebla aislados entre 09 y 15 Z. **NOTA**: La hora de emisión de este informe fue previa a la hora de despegue del N601VH.



1.7.2. Grafica del Pronostico de Área, vigente 050600Z/051800Z



1.7.3. Grafica del Pronostico de Área, vigente 051800Z/060800Z

TURB:
MOD/SVR CCA Y EN CBS TODOS NVLS. MOD EN 150MN AMBSLDS EJE CORCHORRO ENTRE FL300/FL450.
Moderada a severa cerca y en cibis en todos los niveles. Turbulencia moderada en 150 M.N., ambos lados de la corriente de chorro entre 30,000 y 45,000 ft.

ICE:
NINGUNA.
NVL CGN:
FL130 SBR PRCN NW AREA SBNDO GRADU FL150 ALRG LNA 27N114W MMCU MMMV MMTM MMVR MMCP MMUN SBNDO GRADU FL160 ALRG LNA MMSD MMZC MMMM MMOX MMCM SBNDO HST FL170/FL175 SBR RESTO AREA.
13 000 ft sobre porción NW subiendo gradualmente a 15 000 ft a lo largo de la línea 27 N 114 W Chihuahua, Monclova, Tampico, Veracruz, Campeche, Cancún, y subiendo gradualmente hasta 16 000 ft a lo largo de la línea San José del Cabo, Zacatecas, Morelia, Oaxaca y Chetumal, subiendo hasta 17 000 ft y 17 500 ft sobre el resto del área.

VA:
VOLCAN POPOCATEPETL. EXHALACION CON POCO CONTENIDO DE CENIZA VOLCANICA VER SIGMET RECIENTE.

1.8. Comunicaciones

La tripulación estableció comunicación con los Servicios de Tránsito Aéreo del Centro de Control Monterrey, Sector 3 y posteriormente con el Sector 5, a través de la frecuencia 125.60 Mhz.; en el Anexo A, se muestra la transcripción de las comunicaciones.

1.9. Registradores de vuelo

La aeronave tenía instalado un registrador de datos de vuelo (FDR) y una grabadora de voz (CVR), las cuales fueron localizadas en la sección del empenaje, estos presentaban daños severos por

impacto, no hubo daños por fuego, fueron recuperados y se enviaron a la Autoridad de investigación de accidentes de Canadá (Transport Safety Board of Canadá) el día 10 de mayo del año 2019, para la extracción y análisis de los datos.

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Numero de Parte
Cockpit Voice Recorder	Fairchild	A100A	Ver 2. [redacted]	Ver 2. [redacted]
Digital Flight Recorder	Fairchild	F800		

1.9.1. Registrador de datos de vuelo (FDR).

La aeronave estaba equipada con un Registrador de Datos de Vuelo (FDR) marca Fairchild modelo F800, número de parte Ver 2. [redacted] número de serie Ver 2. [redacted] fue localizada entre los restos de la aeronave, el exterior presentaba daños por impacto, este modelo utiliza una cinta magnética como soporte de grabación, se extrajo la información del último vuelo, se obtuvieron las gráficas respectivas las cuales se pueden observar en el Anexo B.

De la lectura de FDR se obtuvieron los siguientes parámetros presión altitud (pressure altitud), banqueo (roll), cabeceo (pitch), aceleración vertical (vertical G), rumbo magnético (magnetic heading) y activación de comunicaciones (VHF keying), de acuerdo con los expertos en registradores de vuelo de la TSB, indican en su reporte que hubo muchas deficiencias con el FDR como resultado de un mantenimiento inadecuado, no había registros documentados disponibles que indicaran que el FDR se había sometido a un mantenimiento regular durante la última década, como resultado, la investigación se vio afectada por la falta de disponibilidad de datos de velocidad y de parámetros de los motores, aun con la falta de esta información se logró realizar el siguiente análisis:

Se realizó el análisis del vuelo teniendo en cuenta la necesidad de dividir la secuencia del suceso en dos segmentos de la siguiente manera:

a. Vuelo en ruta
b. Excursión de la altitud y pérdida de control

a) Vuelo en ruta

A las 21:52:00 UTC, la aeronave inicio su aceleración sobre la pista 19R del aeropuerto de Las Vegas, después de aproximadamente 30 segundos de aceleración, la aeronave rotó, comenzando su ascenso.

A las 22:00:02 UTC, 7.5 minutos después del despegue, la aeronave continuó su ascenso hasta un FL230, en este punto, el video radar comienza a mostrar a la aeronave a 4.5 MN al sur de Boulder City y volando hacia el sureste con rumbo de 124° (verdaderos). La aeronave permaneció con ese rumbo durante el resto del vuelo.

A las 22:11:20 UTC, la aeronave alcanzó la cima de su ascenso a su altitud inicial de crucero de FL370. La actitud de ascenso se redujo de 5 grados a 2 grados, y la velocidad comenzó a acelerarse.

A las 22:17:15 UTC, después de 6 minutos de aceleración, la velocidad se volvió constante. En este punto, los datos del radar indicaron que la velocidad en tierra (ground speed) era de 463 nudos.

A las 23:25:00 UTC, noventa y tres minutos en vuelo, la aeronave inició un cambio de nivel de vuelo y comenzó a ascender de FL370 a FL390.

A las 23:27:23 UTC, la aeronave se encontraba ascendiendo a través de FL387 y encontró turbulencia. Como la aeronave se encontraba en ascenso por alcanzar el FL390, la turbulencia hizo que la aceleración vertical registrara valores máximos y mínimos de 1,50 y 0,62 g, respectivamente.

La aeronave continuó volando en crucero a FL390. El rumbo se mantuvo sin cambios. La turbulencia persistió, aunque no tan intensa como el primer encuentro breve, mencionado en el párrafo anterior.

A las 23:32:55 UTC, se observa por los datos del FDR que la magnitud de la turbulencia comenzó a aumentar. Durante cuarenta y cinco segundos, la aceleración vertical registró valores máximos y mínimos de 1,40 y 0,68 g, respectivamente.

A las 23:33:16 UTC, la pantalla del sistema de vigilancia y control de vuelos proporcionado por la NTSB, para esta investigación, muestra a la aeronave en el perímetro de un sistema meteorológico (ver imagen 1.9.1a).

1.9.1.a. 23:33:16 UTC, imagen del sistema de vigilancia y control de vuelos, compartida por la NTSB para esta investigación, muestra a la aeronave N601VH a 39,000 pies ingresando a la zona verde del sistema meteorológico

A las 23:33:44 UTC, la tripulación de vuelo se comunicó a través de la radio VHF con los servicios de tránsito aéreo por un intervalo de diez segundos donde solicita ***"(...) seis cero uno Víctor hotel solicita cuatro uno cero por favor[1] (...)"***. Durante este intervalo de tiempo, la aeronave encontró turbulencia, causando que la aceleración vertical registrara valores máximos y mínimos de 1,67 y 0,40 g, respectivamente.

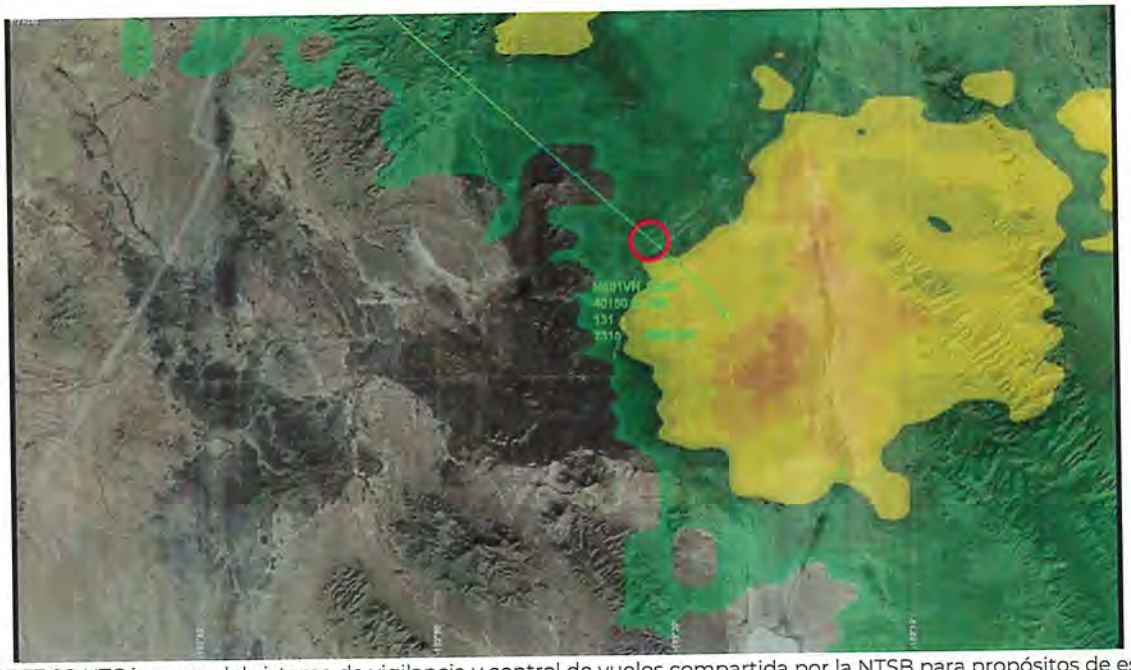
A las 23:34:34 UTC, cincuenta segundos después de la comunicación con los Servicios de Control Tránsito Aéreo, la aeronave inició el cambio de nivel de vuelo y comenzó a ascender.

Durante el cambio de nivel de vuelo, mientras ascendía a FL389, hubo un aumento considerable en la amplitud de la turbulencia la cual continuó aumentando. La aeronave continuó ascendiendo con el mismo rumbo.

[1] Como puede observarse, la intención de la tripulación del N601VH al solicitar el ascenso era alejarse verticalmente de la zona de mal tiempo. Cabe hacer mención que dentro de la parte 5. Análisis de este informe, numeral 2.8, inciso 2) se establecen las condiciones en las que se operó el radar meteorológico. Por lo anterior, el Controlador debió ser notificado por la tripulación que posiblemente el radar no tenía detección

b) Excursión de la altitud y pérdida de control.

A las 23:37:00 UTC, la pantalla del sistema de vigilancia y control de vuelos compartida por la NTSB para esta investigación, muestra a la aeronave introducirse hacia el núcleo de mayor intensidad del sistema meteorológico (ver imagen 1.9.1.b.). La turbulencia comenzó a volverse más severa. La aeronave se volvió casi ingrávido, registrando 0,04 g seguido inmediatamente por una carga positiva de 1,52 g. La actitud de alabeo osciló de izquierda a derecha con magnitudes de hasta 18 grados. Estas condiciones continuaron durante los siguientes dieciséis segundos, durante los cuales, la aeronave continuó ascendiendo con el mismo rumbo.



1.9.1.b. 23:37:00 UTC imagen del sistema de vigilancia y control de vuelos compartida por la NTSB para propósitos de esta investigación, muestra a la aeronave entrar al núcleo de un sistema meteorológico.

A las 23:37:18 UTC, la aeronave encontró una perturbación masiva en la masa de aire que produjo una carga vertical negativa de -1,98 g. A la carga negativa fue seguida inmediatamente por una carga positiva de 2,40 g. Este encuentro duró casi tres segundos, durante los cuales la magnitud de las oscilaciones de alabeo fue creciendo.

A las 23:37:21, la aeronave encontró otra perturbación masiva en la masa de aire que produjo una carga vertical negativa de -1,88 g. A la carga negativa siguió inmediatamente una carga positiva sostenida que superó los 2,74 g. Cuatro segundos después de este encuentro, la aeronave alcanzo un alabeo a la derecha de 90 grados y la altitud indicaba un ascenso rápido a FL425. En este punto la aeronave estaba fuera de control.

A las 23:37:27 UTC, la excursión de altitud de la aeronave alcanzo su punto máximo en FL448. En este momento, la aeronave se invirtió (giro 180 grados) y se inclinó sesenta grados, nariz abajo.

A las 23:37:30 UTC, la aeronave permanecía fuera de control y descendía rápidamente a través de FL439. En este punto, la aeronave giraba sobre el eje de las alas a alta velocidad, y el cabeceo era de 20 grados.

A las 23:37:31 UTC, la aeronave se invirtió una vez más con una alta velocidad de alabeo y continuó descendiendo rápidamente a través de FL404. En este punto el FDR dejó de registrar datos.

1.9.2. Grabadora de voz (CVR).

La aeronave también tenía instalado una Grabadora de Voz (CVR) marca Fairchild, modelo A-100A, número de parte Ver 2. serie Ver 2. cuya cinta contiene todas las intercomunicaciones de los pilotos aire-tierra-aire y piloto-copiloto-piloto, la información fue extraída en las instalaciones de la TSB of Canadá, donde se pudo escuchar la conversación entre la tripulación durante 32 minutos con 28 segundos, son cuatro archivos de audio y los expertos de la TSB of Canadá, crearon un archivo adicional que es la combinación de los 4 archivos de audio, la transcripción está disponible en el Anexo C.

Placa del temporizador

No se observó en el conjunto de la placa del temporizador una indicación de que al menos en las últimas 5,000 horas se le dio servicio a esta.

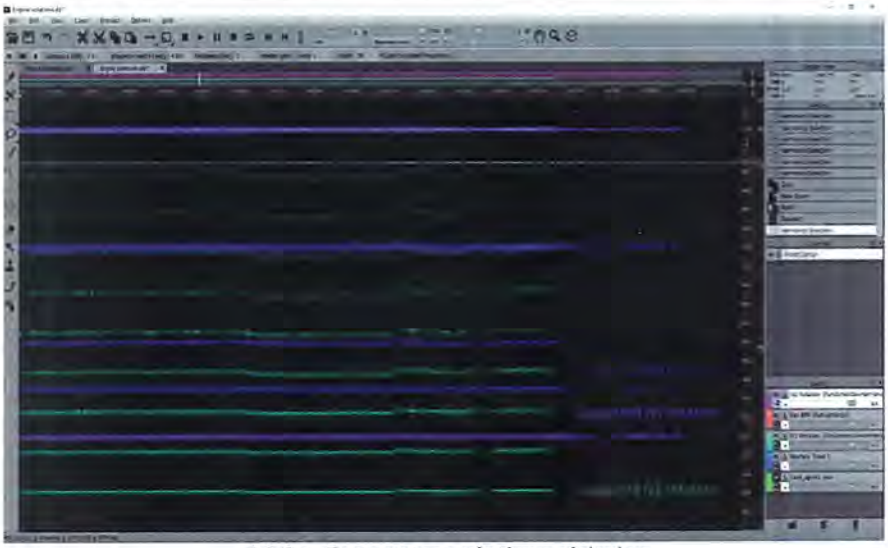
Los hechos del accidente fueron grabados y el audio comienza con la aeronave ya en la fase de vuelo sin embargo no se registró información que indicara que la terminación de la grabación coincidiera con el momento del impacto de la aeronave contra el terreno. Hay evidencias de un pico en la amplitud de la señal inmediatamente antes del final de la grabación, pero no está asociado con el sonido del impacto contra el terreno.

La CVR y el FDR se sincronizaron utilizando la activación del radio VHF escuchados en la CVR y observados en los parámetros del FDR.

Análisis de rendimiento de los motores

Se examino el audio de la grabadora de voz para aislar y analizar las características acústicas que proporcionarían información sobre el rendimiento de los motores durante el vuelo. El fabricante de los motores proporcionó a la TSB de Canadá información de los espectros acústicos capturados en la grabación del CVR para facilitar una evaluación sobre el funcionamiento de los motores durante el vuelo.

Se crearon gráficas de espectro del canal ambiental (CAM) de la CVR y se analizaron en busca de evidencias acústicas de los componentes de los motores que fueron identificados por el fabricante. Se identificaron tres frecuencias distintas y sus armónicas asociadas. Dos correspondían a la rotación de N1 y N2, y la tercera estaba relacionado con la operación de los generadores impulsados por el motor con una salida de aproximadamente 115 VCA a 400 Hz. (ver fig. 1.9.2.a.).



1.9.2.a. Espectros acústicos aislados

Se proporcionaron dos graficas aisladas de los espectros en condiciones de operación estándar y una de ellas cubrió toda la duración del audio de la CVR y otra durante los últimos 5 minutos del vuelo. Estas gráficas se basaron en el tiempo transcurrido de FDR. Los datos obtenidos del FDR se muestran en el eje del lado izquierdo y los datos de la CVR se muestran en el eje del lado derecho. Se encontraron discontinuidades en las trazas de las señales acústicas mostradas en las imágenes de espectro debido a algunas áreas de interferencia de banda ancha en el audio de la CVR. Para el proceso de digitalización, los expertos de la TSB of Canadá utilizaron la interpolación lineal para dar continuidad estimada de las frecuencias que presentaron esta falta de información.

En el análisis de los archivos de audios de la CVR, se observó que el espectro acústico de la señal de 400 Hz disminuyo poco después del punto de alteración, determinándose que esto era indicativo de que los generadores eléctricos (IDG[2], integrated Drive Generator) se detenían debido a que los motores se apagaron, esto sugiere que ambos motores dejaron de funcionar al mismo tiempo, antes de este punto, los motores funcionaban normalmente. La grabación de la CVR finalizó aproximadamente 143 segundos después de que las revoluciones de la IDG disminuyeran, también se escuchan numerosas alarmas auditivas después del punto de alteración, la alarma de advertencia de pérdida aerodinámica se escuchó justo antes de dejarse de escuchar el IDG y hasta el final de la grabación.

Este análisis no aborda el por qué los motores se apagaron, o cómo se esperaría que funcionen en las condiciones en que ocurrieron los hechos.

Alarmas auditivas
Se escuchan numerosas alarmas sonoras después de la excursión de nivel de vuelo (ver figuras 1.9.a y Anexo B)[3]. La alarma de advertencia de desplome se escuchó justo antes de la puesta en marcha del IDG hasta el final de la grabación. También se pueden escuchar otras alarmas sonando de manera intermitentemente. Con base en una comparación preliminar entre estos sonidos y los ejemplos de alarmas auditivas proporcionados por Bombardier, se sospecha que la alarma de altitud y posiblemente la de configuración del tren de aterrizaje se escucharon. Sin embargo, no se realizó un análisis completo para identificar de manera concluyente esto.

Conclusiones
Todos los datos acústicos se recuperaron con éxito de la CVR dañada por impacto. Se logro identificar, digitalizar y trazar los espectros acústicos de la rotación de N1, N2 y la relacionada con la salida de la IDG, junto con los datos de parámetros provenientes del FDR. Se deduce que los motores funcionaban normalmente durante la parte registrada del vuelo hasta aproximadamente el momento de presentarse la excursión de nivel de vuelo. Poco después, una señal eléctrica decreciente es observada en las gráficas de espectro de los datos acústicos probablemente fue indicativa de que ambos motores funcionaban simultáneamente.

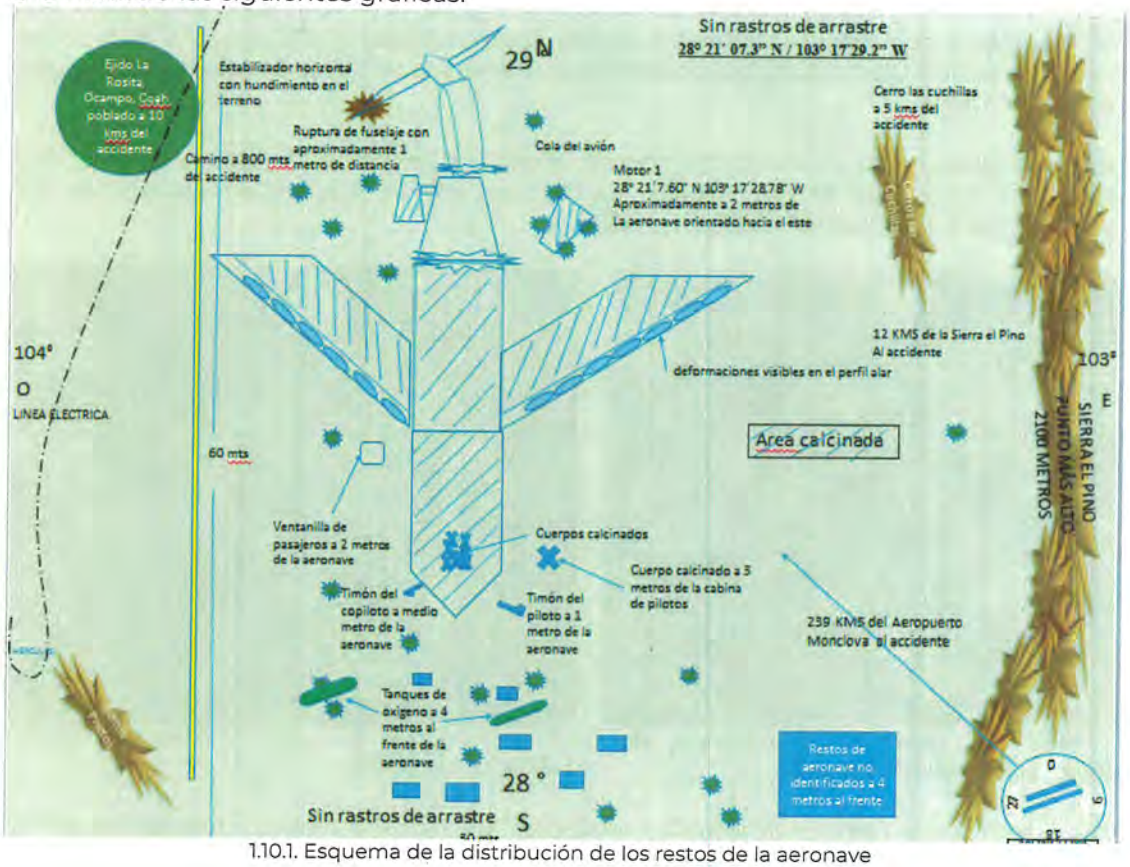
Análisis de las comunicaciones de la CVR
En la transcripción de los audios de la CVR, alrededor de las 12:04 tiempo de reproducción del audio de la CVR y 23:20 UTC al realizar la interpolación, el primer oficial comentó ***"Estos de aquí si los vamos a pasar por arriba"***, a las 15:48 tiempo de reproducción del audio de la CVR (23:24:06 UTC) el Comandante de la aeronave comenta ***"hay que ir subiendo mil más"***, a las 16:09 tiempo de reproducción del audio de la CVR (23:24:27 UTC) el primer oficial solicita ascender a FL390, .siendo autorizado, a las 18:15 tiempo de reproducción del archivo de audio (23:33:26 UTC) el Comandante

[2] Es una unidad de velocidad constante, que convierte la velocidad de entrada variable de 4,500 a 9,198 Rpm proporcionada por el motor de una aeronave en una velocidad de salida constante de 12000+- 150 Rpm para el generador de AC integral del **IDG**, el cual entrega 115 VAC de 3 fases 400+-4Hz
[3] Las alertas auditivas se presentan en las gráficas

comenta ***"ahí si va pasando"***, a las 23:27:09 UTC, el CTA de ACC MTY sector 5, le informa al CHINOK 715 (CNK715) Traducción: que cuando las condiciones de tiempo lo permitieran volara directo a la estación de Saltillo***"... WHEN THE WEATHER PERMITS FLY DIRECT TO SLW"***, a las 18:21 tiempo de reproducción del archivo de audio de la CVR (23:33:32 UTC) se escucha el sonido eléctrico de alcanzar el nivel de vuelo FL390 e inmediatamente el copiloto dice ***"... más arriba"***, a las 23:33:43 UTC (25:59 tiempo de reproducción del archivo de audio de la CVR) solicita a ACC MTY 5 el ascenso a FL410, siendo autorizado, a las 23:34:04 UTC (26:21 tiempo de reproducción del audio de la CVR) el copiloto pregunta ***"¿No pinta nada el radar?"***, 14 segundos después el Comandante de la aeronave responde ***"mmm ... naadaaa"***, a las 29:11 tiempo de reproducción del archivo de audio de la CVR (23:36:54 UTC) se escucha el sonido electrónico de alcanzar el nivel de vuelo FL410, 32 segundos después es decir a las 23:37:26 UTC, el Comandante comenta ***"mmmm, aay, ahí está!" "ah cabrón" "pérdida"***, en ese momento se produce un ascenso hasta FL415 e inmediatamente un descenso a FL410 ocasionado por los fuertes vientos del fenómeno meteorológico, posteriormente se produce la excursión de nivel de vuelo de FL410 hasta alcanzar la aeronave alcanza un FL448 en ese periodo de tiempo se escuchan las alarmas de altitud, de desplome y el sonido de revolución de N1 (revoluciones del compresor) y N2 (revoluciones del compresor de alta), el análisis indica que ambos motores estaban funcionaban correctamente hasta el momento en que la aeronave comienza a descender y estando a FL400, en las imágenes del espectro acústico indica que ambos motores dejan de funcionar.

1.10. Información de los restos de la aeronave y el impacto.

El impacto de la aeronave se encontró en las coordenadas latitud 28°21'07.3" N y 103°17'29.2" W, la distribución de los restos permaneció en un área cuadrangular de aproximadamente 1,800 m², como lo muestra las siguientes graficas.



1.10.1. Esquema de la distribución de los restos de la aeronave

No se observa en el borde de ataque del estabilizador horizontal o vertical impactos de granizo. En el lugar del accidente no existen evidencias que la aeronave se haya desplazado después del impacto contra el terreno de formas horizontal.

1.11. Incendio.

El incendio se originó posterior al impacto de la aeronave contra el terreno, descartándose la presencia de fuego o algún conato en vuelo.

No hubo manera de poder sofocarlo, ya que el lugar del impacto fue en una zona desértica alejada de la población más cercana.

1.12. Supervivencia.

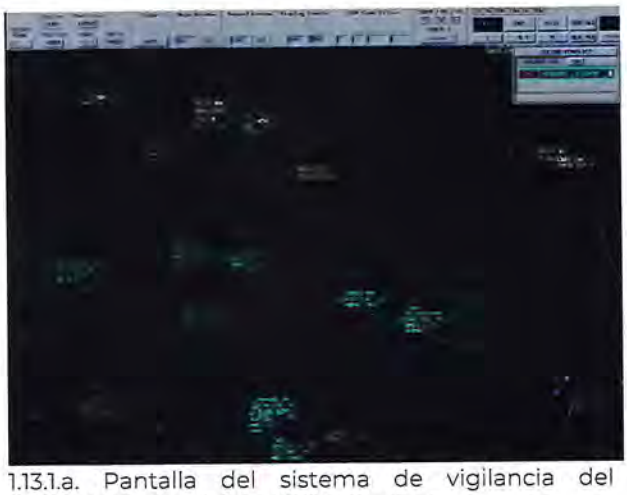
Por la severidad de las velocidades verticales (g), el impacto con gran energía contra el terreno y el posterior incendio las posibilidades de supervivencia eran prácticamente nulas.

En mayo 28 de 1999, Syncro Aircraft Interiors, INC., emite el certificado que avala que los materiales de los paneles laterales y cojines de los asientos fueron tratados con retardante de llama para cumplir con los requisitos de inflamabilidad de FAR 25.853 (prueba aprobada).

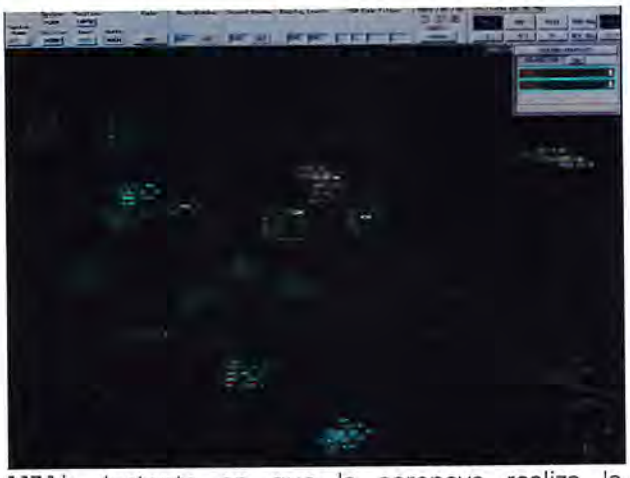
1.13. Ayudas a la navegación.

De acuerdo con lo asentado en el plan de vuelo, tenían previsto volar la ruta COWBY8 COWBY PGS URKOM dentro de territorio americano, posteriormente dirigirse al fijo CEIBA para llegar por la aerovía UT3 al VOR MOV y siguiendo esta aerovía UJ15 llegar a VOR MTY, además en el video radar de ACC MTY sector 5 coincide que la aeronave iba sobre la aerovía UT3 desde el fijo CEIBA y se dirigía hacia el VOR MOV, como se tenía previsto, por lo anterior se descarta una falla de los equipos de radio ayuda en tierra.

El video radar del sistema de vigilancia del tránsito aéreo del Centro de Control Monterrey Sector 5, no cuenta con la capacidad de mostrar las condiciones meteorológicas adversas en el área de vigilancia del Sector 5. (ver imágenes 1.13.1.a y 1.13.1.b).



1.13.1.a. Pantalla del sistema de vigilancia del Controlador en el ACC MMTY Sector 5



1.13.1.b. Instante en que la aeronave realiza la excursión de FL410

Los Servicios de Tránsito Aéreo comprenden el Control de Tránsito Aéreo, Información de Vuelo y de Alerta, los cuales son proporcionados por los Controladores, de conformidad a lo establecido en

el Doc. 4444 de OACI Gestión del Tránsito Aéreo, el Manual de Gestión de Tránsito Aéreo de México, edición 2020, elaborado por los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, Dirección de Tránsito Aéreo, y autorizado por la Subdirección de Navegación de la Agencia Federal de Aviación Civil y además en la Circular CO AV-21.1/07 R2.

El Doc. 4444 y el Manual de Gestión de Tránsito Aéreo de México en el numeral ***"(...) 2.6.2 Factores importantes para la seguridad operacional, En la evaluación de la seguridad operacional se considerarán pertinentes todos los factores que se estimen importantes para la seguridad operacional, incluidos los siguientes: a) tipos de aeronave y sus características de performance, incluidas las capacidades de navegación de la aeronave y la performance de navegación; b) la densidad y distribución del tránsito; c) la complejidad del espacio aéreo, la estructura de rutas ATS y la clasificación del espacio aéreo; ... y g) cualquier fenómeno meteorológico significativo de índole local o regional. (...)"***

Cabe señalar que no se ha establecido la Capacidad declarada[4] de este servicio. Lo que respecta al Doc. 4444 y MGTAM numeral ***"(...) 8.6.9 Información sobre las condiciones meteorológicas adversas, 8.6.9.1 La información de que es probable que una aeronave penetre en un área de condiciones meteorológicas adversas debería expedirse con tiempo suficiente para permitir que el piloto decida acerca de las medidas apropiadas que haya de tomar, incluso solicitar asesoramiento sobre la mejor forma de circunnavegar la zona de condiciones meteorológicas adversas, si así lo desea. Nota. - Según la capacidad de que disponga el sistema de vigilancia ATS, las zonas de condiciones meteorológicas adversas acaso no se exhiban en la presentación de la situación. El radar meteorológico de la aeronave normalmente proporcionará una mejor detección y definición de las condiciones meteorológicas adversas que los sensores radar utilizados por el ATS. (...)"***, de lo anterior de acuerdo con las entrevistas con los ATS de SENEAM algunas Áreas Terminales del país, cuentan con sistemas de radar primario de vigilancia de los que se extrae información de áreas de precipitación que detecten estos sistemas, únicamente. La información que se obtiene de estos sistemas no necesariamente será la de mayor definición.

Así también de acuerdo con lo establecido en el Doc. 4444 y MGTAM numeral ***"(...) 8.11 Empleo de sistemas de vigilancia ATS en el servicio de información de vuelo, Nota. - La utilización de un sistema de vigilancia ATS en la provisión de servicio de información de vuelo no exime al piloto al mando de una aeronave de ninguna responsabilidad, incluyendo la decisión final respecto a cualquier modificación del plan de vuelo que se sugiera. 8.11.1 Funciones. La información expuesta en una presentación de la situación puede utilizarse para proporcionar a las aeronaves identificadas lo siguiente: a) información relativa a cualquier aeronave o aeronaves que se observe que siguen trayectorias que van a entrar en conflicto con las de las aeronaves identificadas y sugerencias o asesoramiento referentes a medidas evasivas; b) información acerca de la posición del tiempo significativo y, según sea factible, asesoramiento acerca de la mejor manera de circunnavegar cualquiera de esas áreas de fenómenos meteorológicos peligrosos (véase 8.6.9.2, Nota); c) información para ayudar a las aeronaves en su navegación. (...)"***

[4] Medida de la capacidad del sistema ATC o cualquiera de sus subsistemas o puestos de trabajo para proporcionar servicio a las aeronaves durante el desarrollo de las actividades normales. Se expresa como el número de aeronaves que entran a una porción concreta del espacio aéreo en un período determinado, teniendo debidamente en cuenta las condiciones meteorológicas, la configuración de la dependencia ATC, su personal y equipo disponible, y cualquier otro factor que pueda afectar al volumen de trabajo del controlador responsable del espacio aéreo.

Así también de acuerdo con el Anexo 11 al Convenio de Aviación Civil Internacional, indica en la norma ***"(...) 2.4 Determinación de la necesidad de los servicios de tránsito aéreo, 2.4.1 Para determinar la necesidad de los servicios de tránsito aéreo se tendrá en cuenta lo siguiente:***
a) los tipos de tránsito aéreo de que se trata;
b) la densidad del tránsito aéreo;
c) las condiciones meteorológicas;
d) otros factores pertinentes.
Nota. - ... b) las condiciones meteorológicas pueden tener efectos considerables en las áreas donde haya una afluencia continua de tránsito aéreo (es decir, tránsito regular), mientras que condiciones meteorológicas similares o peores pueden tener relativamente poca importancia en áreas donde se suspenda el tránsito aéreo en tales condiciones (por ejemplo, vuelos VFR locales); (...)"

En la Publicación de Información Aeronáutica (PIA), en su enmienda del 04 / ene / 2018, ENR 1.6 Servicios y Procedimientos Radar, se tiene considerado lo siguiente:
"(...)

1. Servicios complementarios

1.5. El servicio radar se suministra a las aeronaves en vuelo IFR y VFR dentro de espacios aéreos controlados y en las áreas con cobertura radar designadas, de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Manual de Gestión de Tránsito Aéreo de México (MGTAM).
1.7 El servicio radar de control de área se proporciona por los centros de control de Mazatlán, Mérida, México y Monterrey dentro de la jurisdicción de sus respectivas áreas de control inferior y superior (CTA/UTA) del FIR de México, a través de los radares instalados en los siguientes lugares:

5. Información meteorológica.

5.1. Siempre y cuando se cuente con los medios que proporcionen la información meteorológica apropiada y confiable, el controlador expedirá información en forma general a las aeronaves que pudieran ser afectadas, sobre las zonas en que se observe que existen fenómenos meteorológicos adversos a la navegación. A solicitud del piloto o cuando el controlador lo considere conveniente, se podrá proporcionar la asistencia radar necesaria para evitar dichas zonas.
5.2. La información de los fenómenos meteorológicos se expedirá proporcionando la posición de ellos con respecto a la aeronave, indicando distancia y acimut en términos de las manecillas del reloj o con respecto a un fijo. En esta información se incluirá el rumbo o ruta alterna sugerida para evitar tales zonas.

9. Cobertura radar

9.1. El sistema de vigilancia ATS dentro del FIR México se compone por, entre otros, todas las instalaciones radar cuya cobertura se integra en un sistema multiradar (multitracking), para proporcionar servicio a las aeronaves que operen en el espacio aéreo mexicano.

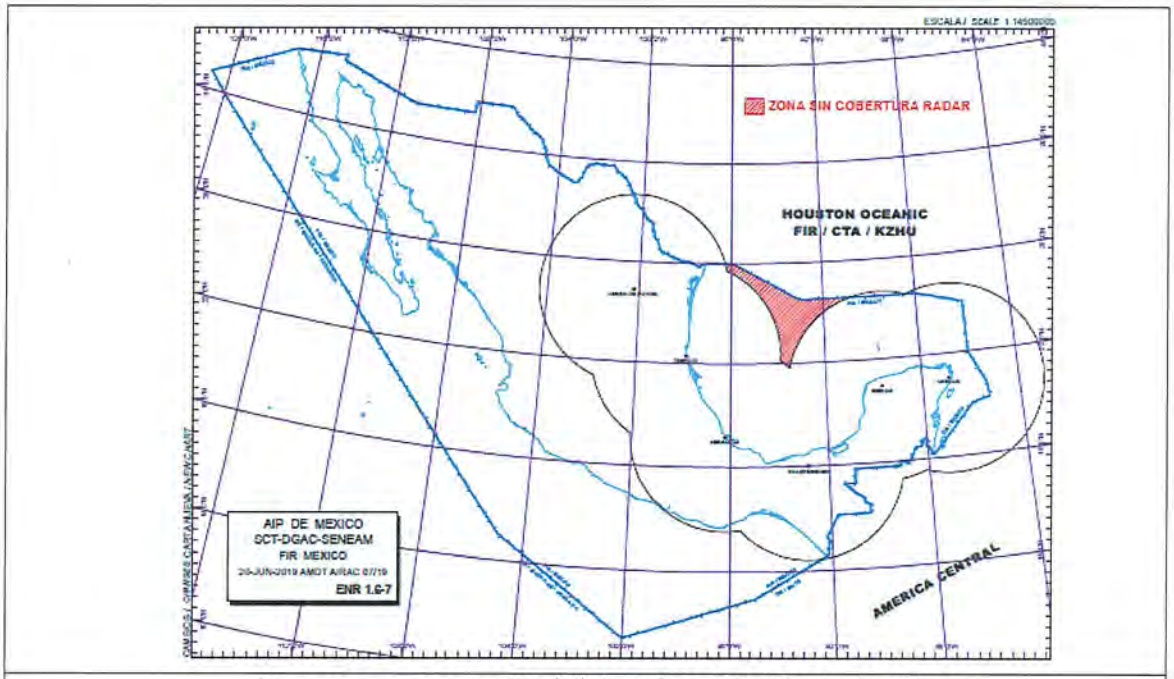


Imagen que muestra FIR (Flight Information Region) - México

1.14. Información de organización y dirección.

La empresa Compañía de Aviación y Logística Empresarial S.A.P.I. de C.V., contaba con un permiso de internación No. 4.1.2.0.7.5.046 (PEM) 19DESP para sus operaciones dentro de territorio nacional y el extranjero, vigente hasta el día 31 de diciembre de 2019, que lo autorizaba realizar el transporte aéreo internacional privado no comercial.

1.15. Pruebas e investigaciones.

Declaraciones.

Se cuenta con la declaración número uno la cual corresponde a la del piloto de la aeronave C-GZCZ (CKN715) (Gulfstream G150) que siguió la misma ruta que la aeronave N601VH poco después de que ambos cruzaran el espacio aéreo de Estados Unidos a México y que en las imágenes del sistema de vigilancia proporcionado por la NTSB, estaba delante del N601VH, quien indica lo siguiente: ***"(...) ... he declared that his weather radar indicated severe storms cells on their flightpath and that he diverted to go around them by the west. He said ad to veer to the west a second time as a second line of storms appeared in the general area of the crash site. Large temperature fluctuations ranging from -5 deg.c to +2 deg.c were also noted in a short time span. He said he did not hear any distress call from N601VH but was informed later that an ELT signal was picked up by other aircraft in the vicinity. (...)"*** Traducción ***"... declaró que su radar meteorológico indicaba células de tormentas severas en su trayectoria de vuelo y que se desvió para rodearlas por el oeste. Además, que viro hacia el oeste por segunda vez cuando apareció una segunda línea de tormentas en el área general del lugar del accidente. También observaron grandes fluctuaciones de temperatura que iban desde -5 °C a +2 °C en un período de tiempo muy corto. Agrego que no escuchó ninguna llamada de socorro de N601VH, pero que más tarde se le informó que otras aeronaves en las cercanías captaron una señal ELT."***

En la declaración número dos, otro piloto también declaro lo siguiente ***"(...) NUESTRO VUELO DE REGRESO KLAS CON DESTINO MMAN, APROXIMADAMENTE UNA HORA ATRÁS DE EL CHALLENGER 601 ... NOS ENCONTRAMOS CON WX ENORMES LOS CUALES ABARCABAN***

APROXIMADAMENTE DESDE FL240 HASTA FL410, NUESTRO VUELO ERA A FL410 Y ERA MUY TURBULENTO TENIAMOS PROGRAMADO NUESTRO DESCENSO APROXIMADO EN ESTA ZONA Y REALMENTE NOS FUE IMPOSIBLE POR LA IMAGEN DE RADAR YA QUE NOS MOSTRABA ENTRE ROJO Y MAGENTA, SE MANIFESTABA TORMENTA ELECTRICA EN LA ZONA, Y NOS FUE IMPOSIBLE BAJAR HASTA DESPUES DE UN APROXIMADO DE 30 A 50 MN DE LO QUE TENIAMOS PROGRAMADO (...)".

La declaración número tres, un piloto indica ***"(...) ... NOS ENCONTRAMOS EN EL FBO (ATLANTIS) DE LAS VEGAS NEVADA JUNTO CON OTRA TRIPULACION ... TAMBIEN DE MONTERREY LLEGARON LOS PILOTOS DEL CHALLENGER A LO CUAL LOS SALUDAMOS POR SER CONOCIDOS DESPUES DE BROMEAR UN RATO SE FUERON A PREPARAR EL AVION Y NOS QUEDAMOS COMENTANDO Q HABIA MAL TIEMPO SOBRE MONCLOVA A LO CUAL ESTABAMOS CHECANDO LA ALTURA O RUTA ALTERNA QUE TOMARIAMOS. EL CHALLENGER DESPEGO COMO 1:30 MIN ANTES QUE NOSOTROS COMO A 80 O 90 MILLAS ANTES DE MONCLOVA Y A UNA ALTITUD DE 37,000 PIES CHECAMOS EN RADAR Q NO HIBAMOS A LIBRAR EL MAL TIEMPO A LO QUE SOLICITAMOS MAYOR ALTURA Y TERMINANDO A 41,000 PIES DE ALTURA PUESTO Q YA HABIA PASADO UN TIEMPO DESDE Q EL CHALLENGER HABIA SALIDO A NOSOTROS NO NOS TOCO TAN MAL A ESA ALTURA SOLO ALGO DE TURBULENCIA EL CONTROLADOR DE CENTRO NOS PIDIO CHECAR LA FRECUENCIA PARA VER SI ESCUCHABAMOS EL ELT DEL CHALLENGER LO CUAL NO ESCUCHAMOS 30 MIN DESPUES LLEGAMOS AL AEROPUERTO DEL NORTE SIN PROBLEMA ALGUNA MAS Q CON LA NOVEDAD DE QUE ESTABA PERDIDO EL CHALLENGER (...)"***.

Finalmente, la declaración número cuatro indica que ***"(...) SALIENDO DEL AEROPUERTO DE LAS VEGAS NEVADAS KLAS A LAS 04:52 PM DESPEGANDO CON DESTINO AL AEROPUERTO INTERNACIONAL DEL NORTE MMAN LLEGANDO A LAS 09:26 PM, ... UNA HORA ANTES DE MI DESPEGUE UN COMPAÑERO QUE REALIZO LA MISMA RUTA DIRIGIENDOSE AL AEROPUERTO DE SALTILLO ME MARCO AVISANDOME QUE LAS CUSPIDES SE ENCONTRABAN A 45 MIL FT Y SE ENCONTRABAN DESCARGANDO POR EL AREA DE MONCLOVA. AL ENCONTRARNOS A UNAS 100 MN ANTES DEL VOR DE MOV (MONCLOVA) NOS LLAMO CENTRO DE CONTROL MONTERREY PREGUNTANDOME SI TENIA ALGUNA SEÑAL DE ALGUN ELT EN LA FRECUENCIA, NO ESCUCHAMOS NADA CONFORME NOS ACERCABAMOS AL VOR DE MOV TAMBIEN SE NOS PREGUNTO SI TENIAMOS CONTACTO VISUAL CON EL TERRENO A LO CUAL RESPONDIMOS QUE NO YA QUE EN TODO MOMENTO NOS ENCONTRAMOS EN CONDICIONES IFR. SE ENCONTRABA MAL TIEMPO EN LA IMAGEN QUE NOS MOSTRABA EL RADAR DEL AVION, NOS ENCONTRABAMOS VOLANDO A NIVEL DE VUELO 430 SOLICITANDO INICIAR DESCENSO Y SOLO PUDIMOS DESCENDER A 410 DEBIDO A LA TURBULENCIA QUE SE PRESENTO REDUCIENDO LA VELOCIDAD A .72 DE MACH CON FORME A LA LIMITACION DE PENETRACION DE VELOCIDAD EN TURBULENCIA SEGÚN EL MANUAL DEL AVION, HUBO UN MOMENTO DONDE SE PRESENTO UN DESTELLO EN LA CABINA EN ESE MOMENTO TUVIMOS LA PERDIDA DEL FMS CON EL MENSAJE (CDU DATA BUS FAILURE) Y LA INDICACION DE RADAR LA PERDIMOS, TRAIA EN LA CABINA MI ADS-B PORTATIL DONDE SE HABIA CARGADO LA IMAGEN DE RADAR Y EN BASE A ESA INFORMACION TOME LA DECISION POR DONDE CONTINUAR EL VUELO PARA LIBRAR EL MAL TIEMPO, EN NINGUN MOMENTO ENTRAMOS EN CONDICIONES DE HIELO UNICAMENTE PRESENTANDO TURBULENCIA MODERADA HASTA QUE LOGRAMOS CONTINUAR NUESTRO DESCENSO SIN NINGUN PROBLEMA (...)"***.

Antecedentes

Existe un reporte de fecha 25 de abril de 2019, en la ruta MZT-DGO-TLC-DGO-MZT, en la cual el Cap. Ver 1. de nacionalidad mexicana, con licencia de piloto comercial, certificado número Ver 1. con fecha de expedición 29 de enero de 2018, con las capacidades de CL605, HS-125, monomotor y multimotor, instrumentos, indica que ***"(...) con relación al vuelo que realice como capitán al mando el pasado 25 de abril de 2019 en el avión challenger 601 matrícula N601VH ... y llevando el acompañamiento del primer oficial al Cap.*** Ver 1.

Ver 1. [redacted] ***... No obstante, el mal tiempo que se presentó en la ruta, el avión no presento falla o mala operación en sus componentes de radionavegación, el radar estuvo siempre operativo y sin novedad, así como los demás sistemas mecánicos, eléctricos e hidráulicos del avión, usted podrá corroborar lo dicho con lo asentado en la bitácora de operaciones que su servidor firmo en aquella fecha, (...)".***

Operaciones.
De acuerdo con las publicaciones de tránsito aéreo de la FAA, en la ***Sección 1.- Preflight*** (Prevuelo), numeral ***5-1-1. Preflight Preparation***, en el inciso ***"a"*** indica ***"Every pilot is urged to receive a preflight briefing and to file a flight plan. This briefing should consist of the latest or most current weather, airport, and en route NAVAID information. Briefing service may be obtained from an FSS either by telephone or radio when airborne. Pilots within the contiguous U.S. may access Flight Service through www.1800wxbrief.com or by contacting them at 1-800-WX-Brief to obtain preflight weather data and to file IFR and VFR flight plans." NOTE- Pilots filing flight plans via "fast file" who desire to have their briefing recorded, should include a statement at the end of the recording as to the source of their weather briefing.*** Traducción: ***"Se insta a todos los pilotos a recibir información previa al vuelo y a presentar su plan de vuelo. Esta sesión informativa debe consistir en la información más reciente o más actualizada de las condiciones de tiempo, en el aeropuerto y la información de NAVAID en ruta. El servicio de información puede obtenerse de un FSS por teléfono o por radio ya en el aire. Los pilotos dentro de territorio de los Estados Unidos. pueden acceder al Servicio de vuelo a través de www.1800wxbrief.com o comunicándose al 1-800-WX-Brief para obtener información meteorológica previos al vuelo y presentar planes de vuelo IFR y VFR. Nota- Los pilotos que llenen planes de vuelo vía "fast file" que deseen que su briefing quede grabado, deben incluir una declaración al final sobre la fuente de su informe meteorológico."***

Aunque la operación estaba regida por la normatividad de la Federal Aviation Administration, la tripulación tenía formación de la reglamentación mexicana el Artículo 116, fracción X del Reglamento de la Ley de Aviación Civil indica que ***"(...) Antes de iniciar el vuelo, el comandante o piloto al mando de la aeronave debe asegurarse que: ... X. Antes de iniciar cualquier vuelo el comandante o piloto de la aeronave debe asegurarse de recabar y examinar cuidadosamente toda la información meteorológica requerida y disponible según el tipo de vuelo que vaya a realizar, siendo responsable de cumplir estrictamente con los mínimos meteorológicos en la ruta, ... (...)"***, lo que hace hacer notar la declaración número cuatro, que versa., ***"(...) ... NOS ENCONTRAMOS EN EL FBO (ATLANTIS) DE LAS VEGAS NEVADA JUNTO CON OTRA TRIPULACION ... TAMBIEN DE MONTERREY LLEGARON LOS PILOTOS DEL CHALLENGER A LO CUAL LOS SALUDAMOS POR SER CONOCIDOS DESPUES DE BROMEAR UN RATO SE FUERON A PREPARAR EL AVION Y NOS QUEDAMOS COMENTANDO Q HABIA MAL TIEMPO SOBRE MONCLOVA A LO CUAL ESTABAMOS CHECANDO LA ALTURA O RUTA ALTERNA QUE TOMARIAMOS ... (...)"***.

De acuerdo con las evidencias, la tripulación del N601VH tomó la decisión de ascender a un mayor nivel de vuelo, inicialmente de FL370 a FL390 y posteriormente a FL410, con el fin de evadir los efectos de la turbulencia esperada, sin cambiar de rumbo manteniéndose en la trayectoria de la ruta planificada, cabe señalar que el techo máximo de operación del CL600 es de FL410 de acuerdo con el certificado tipo aprobado por la Autoridad Aeronáutica Canadiense. En el transcurso de los últimos 30 minutos del vuelo se escucha una cabina de vuelo con una configuración de vuelo recto y nivelado, lo cual es consistente en mantener la aeronave en la dirección establecida, con las semialas niveladas a una altitud constante, mientras la actividad de la tripulación en esta fase es la de monitorear los instrumentos.

En la grabadora de voz se escucha su intención de subir de nivel de vuelo a FL410 y el primer oficial comenta a las 23:34:04 UTC ***"(...) ¿No pinta nada el radar? (...)"*** catorce segundos después el

comandante responde ***"(...) mmm nada (...)"***, lo que indica que realizaron el análisis de la pantalla del radar de la aeronave.

La información que le proporciona una mejor detección al piloto es la de su equipo a bordo (radar meteorológico), tal como lo menciona la **NOTA** del numeral 8.6.9 Información sobre las condiciones meteorológicas adversas, del Doc. 4444 y del MGTAM cabe señalar que ***"(...) El radar meteorológico de la aeronave normalmente proporcionará una mejor detección y definición de las condiciones meteorológicas adversas que los sensores radar utilizados por el ATS (...)"***.

Radar meteorológico.
De acuerdo con los registros de mantenimiento proporcionadas, se tiene la remoción del radar meteorológico Primus 850, instalándole Honeywell Primus 870, sin embargo, no se pudo evaluar el radar meteorológico que tenía instalado la aeronave debido a los daños por impacto y fuego.
Cabe señalar que la función principal de un radar meteorológico es proporcionar información de las condiciones meteorológicas en la ruta y prevenir el ingreso a condiciones adversas, en complemento a esta tarea, esta aeronave para el rastreo de las condiciones meteorológicas no solo estaba equipada con el radar WX, si no con los siguientes instrumentos para la prevención de condiciones meteorológicas adversas:

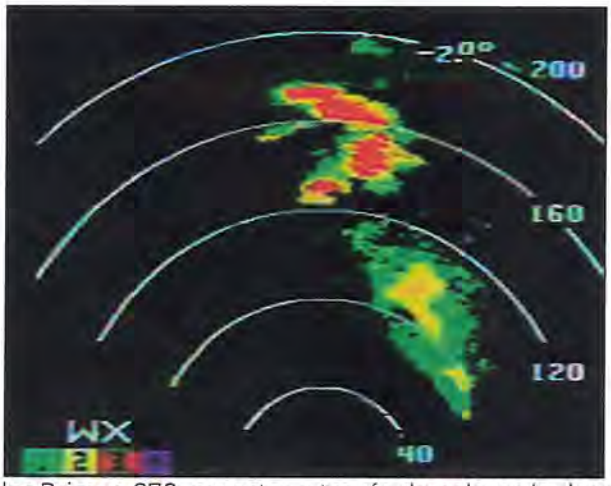
1. ROJO - Indicador Safeflight - Angle Of Aattack system, sistema indicador de ángulo de ataque para una variedad de condiciones operativas de gran elevación, instalado con el STC FAA número SA776NE
2. AMARILLO – Paneles de control de radar WX dobles, no requiere STC de FAA para su instalación.
3. AZUL - EFI donde se podía mostrar la imagen del radar WX
4. VERDE – Stormscope de Goodrich, sistema de detección de tormentas, que muestra la actividad electrostática antes, durante y después de lo que dure la tormenta, instalado con la forma FAA 8110-3

1.15.1.a Panel de instrumentos en el año 2014 de la aeronave N601VH

Detección meteorológica Radar Honeywell Primus 870.
Los niveles de intensidad de la lluvia se muestran en cuatro colores brillantes contrastados con un fondo negro. El resultado es una pantalla nítida que hace que cualquier fenómeno sea observable bajo cualquier condición de iluminación de la cabina. El magenta representa áreas de lluvia intensa, el rojo muestra lluvias fuertes, el amarillo representa lluvias medias y el verde indica lluvias

ligeras. Para ayudar a analizar la tormenta, el radar Primus de Honeywell informa a los pilotos a través de los modos de operación, la distancia a cada marca de alcance y el ángulo de inclinación de la antena.

Cabe señalar que la función principal de un radar meteorológico es proporcionar información de las condiciones meteorológicas en la ruta y prevenir el ingreso a condiciones adversas.



1.15.1.b. Imagen de un radar Primus 870, muestra a través de colores la detección de los fenómenos meteorológicos

Servicios de Control de Tránsito Aéreo.
A las 23:27:03, ACC MTY Sector 3, se comunica con ACC MTY Sector 5 para indicarle "Y EL CHINOK ENVIATELO A SALTILLO", a las 23:27:15 UTC el controlador de ACC MTY Sector 5 se comunica con el CNK715 indicándole que cuando las condiciones de tiempo lo permitan se dirigieran a la estación de SLW (Saltillo), en la etiqueta del sistema de vigilancia se observa al CNK715 nivelado a FL450, y esta rodea las condiciones meteorológicas adversas en la zona, mientras que el N601VH estaba ascendiendo de FL387 a FL390, siempre sobre la aerovía UT3.

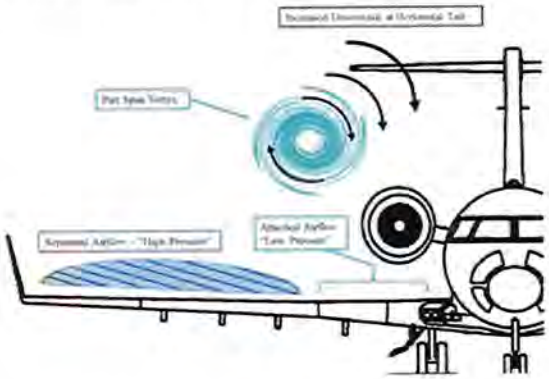
Los servicios de Control de Tránsito Aéreo no cuentan con radares meteorológicos que les permita visualizar en sus sistemas de vigilancia ATS, la ubicación de condiciones meteorológicas adversas en los diversos sectores para transmitirla oportunamente a los pilotos en el desarrollo de los vuelos.

Mantenimiento.
De los registros de mantenimiento de la aeronave proporcionados y analizados, no existe información sobre el mantenimiento que tuvo el radar meteorológico a bordo de la aeronave, tampoco existen registros de que este hubiera tenido alguna falla en alguno de los vuelos anteriores realizados por la aeronave.

Análisis del desplome (Deep stall)
Una "pérdida profunda" generalmente se refiere a una condición en la que la aeronave está en un ángulo de ataque muy alto, con el ala completamente en desplome (en pérdida) y el plano de cola también completamente en pérdida o que está totalmente envuelto en el estela turbulenta del ala o de la combinación de motor/pilón instalado en la parte trasera del fuselaje, o una combinación de ambos; cualquiera de estas dos circunstancias reduce gravemente la eficacia del estabilizador horizontal e impide una recuperación aerodinámica normal mediante los controles de vuelo.

Este fenómeno, generalmente es similar para la mayoría de las aeronaves configuradas con el estabilizador horizontal y vertical en forma de T.

El flujo de aire se separa del ala exterior del Challenger al inicio de la pérdida aerodinámica. El ala interior permanece unida y produce elevación varios grados por encima de la pérdida aerodinámica. El centro de sustentación en el ala se mueve hacia el ala interior y hacia adelante en relación con el centro de gravedad de la aeronave, produciendo así un momento de cabeceo de nariz hacia arriba después de la pérdida aerodinámica. El ala interior se comporta como un ala de relación de aspecto baja y se forma un vórtice de extensión parcial en las capas de cizallamiento entre las alas exterior e interior, aproximadamente en la sección de desprendimiento del ala (ver Figura 1). El vórtice de extensión parcial envuelve el estabilizador horizontal e induce un gran aumento de la corriente descendente local. El estabilizador horizontal del Challenger produce así un momento de cabeceo de nariz hacia arriba después de la pérdida aerodinámica, que se suma al momento de cabeceo de nariz hacia arriba producido por el ala principal.



Representación esquemática de las características del flujo de aire después de la pérdida aerodinámica.

El momento de cabeceo con la nariz de la aeronave hacia arriba en función del Angulo de ataque (AOA - Angle of attack) en la región inmediatamente posterior a la pérdida es muy pronunciado. Esto da como resultado una característica inestable. La aeronave se inclinará rápidamente hacia arriba y acelerará en la dirección de la nariz de la aeronave hacia arriba después de la pérdida, a menos que la tripulación aplique rápidamente la palanca delantera para reducir el AOA usando la potencia de cabeceo de los elevadores. El cabeceo es más crítico el centro de Gravedad (C.G.) de la aeronave se traslada hacia la parte trasera. A medida que aumenta el AOA, la región de flujo que se desprende se extiende por toda la envergadura y la estela del ala se intensifica. El plano de cola se sumerge en esta estela, la presión dinámica local cae y la efectividad del elevador disminuye. Con un AOA por encima de aproximadamente 40° a 50°, tanto el ala como la cola están completamente desplomadas. Es posible que se altere el flujo de aire que ingresa a los motores y que se pierda la potencia del motor. Por encima de estos AOA, la aeronave comienza a recuperar la estabilidad de cabeceo y se puede alcanzar un punto de ajuste estable. La efectividad del elevador se reduce drásticamente en estos AOA y es muy poco probable que sea lo suficientemente efectiva como para efectuar una recuperación a un AOA bajo, incluso mandando el elevador completamente hacia abajo. Si no se puede lograr la recuperación, y agravándose más con el C.G. en la parte trasera de la aeronave, la aeronave experimenta lo que se llama una pérdida profunda "bloqueo". En una pérdida profunda "bloqueo", la aeronave adopta una trayectoria de vuelo hacia atrás donde las velocidades de descenso pueden ser muy altas, del orden de 15,000 pies/min. Obviamente, esta condición es extremadamente peligrosa.

Para mitigar el riesgo de entrar inadvertidamente en una pérdida profunda durante los vuelos de prueba, las aeronaves Challenger que se utilizaron para estas pruebas estaban equipados con un sistema de paracaídas "anti-giro". El sistema se instaló en la parte trasera de la aeronave, en el cono de cola. El paracaídas fue dimensionado para proporcionar suficiente momento de cabeceo de nariz hacia abajo para salir de la pérdida profunda.

Prevención de la entrada en perdida aerodinámica

Como se dijo anteriormente, una vez que la aeronave avanza en AOA hacia la región donde se produce el cabeceo dinámico posterior de pérdida, la recuperación depende en gran medida de la respuesta inmediata de la tripulación y de que se tomen las medidas de recuperación correctas. Además, la pérdida aerodinámica natural en el Challenger tiene características de manejo no certificables, no solo en el cabeceo arriba descrito anteriormente, sino también en una violenta tendencia a virara si la pérdida ocurre fraccionalmente antes en una semiala que en la otra. Cabe señalar que el comportamiento de pérdida aerodinámica más normal de la aeronave es un banqueo abrupto, en lugar de un cabeceo simétrico hacia una pérdida profunda. Para contrarrestar todas estas características, el Challenger está equipado con un sistema de protección de pérdida artificial (SPS), que incorpora un sistema de advertencia de pérdida para dar señales a la tripulación de que se está acercando a una condición de baja velocidad, seguido de la activación de un sistema de empuje de palanca que proporciona una entrada de elevador de nariz hacia abajo inmediata y completa, lo que evita cualquier aumento adicional en el AOA. Está programado para activarse mucho antes de que se desarrolle la pérdida aerodinámica e incorpora un término de avance de fase para abordar las entradas de alta velocidad a la pérdida que, de otro modo, podrían anular el sistema. El rendimiento del SPS se ha mostrado durante las pruebas de vuelo de desarrollo y certificación, abordando una variedad de posibles condiciones de entrada.

Como se describió anteriormente, una vez que el AOA ha progresado más allá de aproximadamente 20°, el cabeceo tenderá a llevar a la aeronave a una pérdida profunda, y es muy poco probable que se recupere más allá de aproximadamente 25°. Una entrada rápida en esta región aumentará la probabilidad de una pérdida simétrica y, por lo tanto, una pérdida profunda, en lugar de un viraje brusco que es más probable para un régimen de descenso bajo. Para lograr un AOA tan alto, generalmente se requeriría un vuelo a una velocidad aerodinámica inferior a la normal, seguido de algún tipo de perturbación para crear un aumento adicional en el AOA, lo que normalmente conduce a la activación del "stick Shaker" (vibración del mando) y luego el movimiento del mando (stick pusher). Para una condición de entrada "normal", el stick Shaker está diseñado para dar suficiente advertencia a la tripulación para evitar la pérdida, y el stick pusher por sí solo es adecuado para asegurar la recuperación, siempre que la tripulación no actúe para dominar/resistir al movimiento de los mandos; si la tasa de entrada es más alta que los supuestos de certificación/diseño, o si la tripulación actúa para restringir la activación del movimiento de los mandos (por ejemplo, tirando hacia atrás de la columna de control en un intento erróneo de mantener la altitud), entonces el sistema puede ser incapaz de efectuar la recuperación y una vez que la pérdida ha progresado más allá de la región de lanzamiento inicial, la recuperación es muy poco probable y una pérdida profunda "bloqueo" es un resultado probable. Por lo tanto, en condiciones normales o no normales esperadas, la aeronave Challenger está protegida tanto contra las condiciones de pérdida como contra las posibles condiciones de pérdida profunda.

Bloqueo del núcleo (Core lock).

El bloqueo del núcleo es un efecto del paro de motor, es la diferencia en la expansión térmica entre compresor y las partes estáticas que hace que los alabes se bloqueen y no giren. El bloqueo de la toma de aire no hace que el motor se apague o se detenga, sino que ocurre después de que el motor ya se detuvo debido a la interrupción del aire debido al clima o debido a altos ángulos de ataque. La forma más eficaz de garantizar que no se produzca el bloqueo da la toma de aire es mantener la velocidad aerodinámica de desplazamiento para garantizar un ingreso efectivo de aire al motor.

Conclusiones de pruebas e Investigaciones.

Los parámetros del FDR en los 30 segundos antes al "apagado de los motores" muestran alteraciones mayores en la actitud de cabeceo y de la velocidad vertical "g", un alabeo completo de 360° y un régimen de ascenso estimado de 2,500 pies por minuto (probablemente mucho más allá de las capacidades de la aeronave a esta altitud). Tomados en conjunto, estos indican que la aeronave probablemente estaba encontrando corrientes ascendentes significativas y ráfagas de

magnitud creciente al entrar en la tormenta. El parte final del registrador de datos de vuelo con relación al cabeceo y de las oscilaciones "g" son del orden de más menos 45° y más menos 3 g; ráfagas capaces de causar tales cambios en tan poco tiempo están muy por encima de las condiciones de diseño de la aeronave, y probablemente habrían inducido un ángulo de ataque, que serían las condiciones para que el sistema de protección contra el desplome (SPS) sea capaz de proporcionar protección. Además, es posible que tales condiciones, tomadas con el aparente comportamiento de alabeo, den como resultado que la tripulación aplique entradas en el control que podrían reducir la efectividad del stick pusher.

La condición de impacto de la aeronave, con una actitud de cabeceo esencialmente nivelada y una velocidad de traslación baja, combinada con la alta tasa de descenso registrada también son consistentes con que la aeronave estaba en una actitud de desplome en el impacto, al igual que la activación continua de la alarma de advertencia de pérdida escuchada en la grabadora de voz.

En conjunto, es un escenario donde las perturbaciones atmosféricas de la tormenta causaron que la aeronave entrara en una condición de pérdida profunda irrecuperable, que prevaleció hasta el impacto en el suelo.

2. ANÁLISIS

Operaciones

2.1. La tripulación contaba con sus licencias y certificados médicos expedidos por la Federal Aviation Administration con las capacidades en aeronaves CL600, con experiencia necesaria y físicamente aptos para realizar sus funciones en este equipo.

2.2. No hay evidencias de fatiga en la tripulación que haya influido en su toma de decisiones.

2.3. Debido a la perdida de evidencias por la presencia de fuego al momento del impacto de la aeronave contra el terreno, no se pudo evaluar la información de la carpeta meteorológica que recabo la tripulación antes de iniciar el vuelo en Las Vegas, así como la selección de su aeropuerto alterno en caso de que las condiciones meteorológicas empeoraran.

2.4. Existían pronósticos disponibles y publicados de tiempo significativo en territorio mexicano, de 30,000 a 45,000 pies, del día 05 de mayo de 2019, con una vigencia de las 06:00Z a las 18:00Z, posteriormente hubo una actualización de esta misma carta de 30,000 a 45,000 pies, del día 05 de mayo de 2019 de las 18:00Z, vigente al 06 de mayo a las 06:00Z, y finalmente estaba disponible el análisis térmico de territorio nacional de las 21:00Z, para consultar antes de realizar el despegue de Las Vegas. Esta información evidenciaba condiciones meteorológicas adversas consistentes en CB con cúspides de hasta 45,000 pies.

2.5. Si bien es cierto que, en el Manual de Gestión de Tránsito Aéreo autorizado por la Agencia Federal de Aviación Civil y otros documentos aplicables establecen que los controladores deben dar prioridad a la separación de aeronaves y la emisión de alertas de seguridad y que existan directrices que establecen que los Controladores deben usar su buen juicio y realizar primero la acción que les sea más crítica desde el punto de vista de la seguridad operacional, el Controlador se vio imposibilitado de tomar alguna iniciativa por la incertidumbre natural de no contar con información precisa sobre; 1) La extensión y dirección de las desviaciones experimentadas por la aeronave CNK715 que pudieran facilitarle al Controlador el proporcionar esos datos con precisión; 2) No contar con la visualización en tiempo real de la ubicación y extensión de los núcleos de tiempo severo y la nubosidad y condiciones atmosféricas asociadas a estos núcleos.

2.6. A las 23:24:27 UTC el primer oficial solicita la autorización para el cambio de nivel de vuelo de FL370 a FL390, a las 23:33:16 UTC la aeronave entra a la zona verde del sistema meteorológico conforme a las imágenes proporcionadas por la NTSB y estuvo volando por 00:03:44 horas en esa zona verde, donde tuvieron presencia de turbulencia, la aeronave alcanza FL390, la turbulencia persistió, aunque la tripulación no hace ningún comentario al respecto, una hora con cuarenta minutos después del despegue por los datos del FDR la magnitud de la turbulencia comenzó a aumentar, la aceleración vertical registró valores máximos y mínimos de 1,40 y 0,68 g, respectivamente, por lo que la tripulación solicita a ACC MMTY 5, ascender a FL410, se observa en la imagen de la pantalla del sistema de vigilancia de la NTSB, que la aeronave se encontraba en la periferia de un sistema meteorológico (zona amarilla) y en la "etiqueta" de la aeronave que se muestra en la pantalla del sistema de vigilancia de SENEAM identifica un ascenso de la aeronave hasta un FL423, cabe hacer mención que en el sistema de vigilancia de SENEAM, este por el tipo de equipos que utilizan, NO muestra las condiciones meteorológicas, por lo que es importante mencionar que en esa área del espacio aéreo no se dispone de información de radares meteorológicos, por lo que el Controlador se vio imposibilitado en proporcionarle cualquier advertencia que alertara a la tripulación del N601VH sobre la presencia de las condiciones de tiempo severo.

2.7. A las 23:34:04 UTC el primer oficial pregunta al comandante de la aeronave ***"(...) ¿No pinta nada el radar? (...)"*** y 14 segundos después esta contesta ***"(...) mmm nada (...)"***, sin embargo, existen muchas interpretaciones ante estos comentarios, lo que dificulta poder emitir una conclusión.

2.8. En continuación al punto anterior: *A las 23:34:04 UTC el primer oficial pregunta al comandante de la aeronave* ***"(...) ¿No pinta nada el radar? (...)"*** *y 14 segundos después esta contesta* ***"(...) mmm nada (...)"***; 1) Considerando el uso de datos de NEXRAD. - revisando los datos disponibles para la tripulación de NEXRAD y observando la trayectoria de vuelo de la aeronave, la cual la llevó a un área sin cobertura después que cruzó la frontera entre Estados

Unidos y México, si la tripulación estando usando estos datos para evitar las condiciones meteorológicas en vuelo, observaron condiciones activas justo al norte de la ruta de vuelo, pero no en la ubicación real de la ruta de vuelo, tal imagen crearía en la tripulación de vuelo la idea que el rumbo por delante estaba libre de condiciones climáticas peligrosas. 2) Teniendo el Radar Meteorológico APAGADO. – Una recomendación de los fabricantes en general y en particular para este tipo de aeronave, es la de encender el radar meteorológico antes del despegue, pero no todas las tripulaciones de vuelo hacen esto, especialmente cuando las condiciones meteorológicas en el punto de despegue están despejadas y/o el despegue es de día, como sucedió en Las Vegas cuando partió la aeronave, por lo que es posible que la tripulación no tuviera el radar meteorológico Primus 870 encendido para el vuelo.

2.9. A las 23:37:00 UTC ingresa a la zona de alta inestabilidad (zona amarilla), los efectos de una corriente de chorro con eje a 44,000 FL y vientos de 65 kts, esto asociado a una vaguada de cumulunimbus y tormentas aisladas con cúspides hasta 45,000 ft, con vientos intensos a extremos, durante el vuelo de ascenso a FL410, hicieron que la aeronave ascendiera inicialmente hasta FL415 y posteriormente descendiera FL410 en un lapso de dos segundos, posteriormente los vientos fuertes ocasionan que la aeronave ascendiera rápidamente hasta alcanzar un FL448 en un lapso de 2.5 segundos, para que la tripulación perdiera el control, posteriormente se presenta el apagado de los motores hasta impactar contra el terreno en forma vertical. Por las evidencias de la investigación de campo no hay ningún impacto previo, mal funcionamiento mecánico o anomalías que hubieran impedido el funcionamiento normal de la aeronave o sus sistemas, antes de que entrara al sistema.

2.10. A las 23:36:54 UTC se escucha el sonido electrónico de alcanzar el nivel de vuelo FL410, y 32 segundos después la aeronave encontró una perturbación masiva en la masa de aire que produjo una carga vertical negativa de -1,98 g, a la carga negativa fue seguida inmediatamente por una carga positiva de 2,40 g. Este encuentro duró casi tres segundos, durante los cuales la magnitud de las oscilaciones de alabeo fue creciendo, en este momento en la grabadora de voz se escucha un ruido electrónico no identificado y posteriormente comienzan a sonar alarmas audibles (alarma de desplome y el sonido de revolución de N1 y N2), de cabina de pilotos, que de acuerdo con el registrador de datos de vuelo, la aeronave encontró otra zona de turbulencia severa en el aire que produjo una carga vertical negativa de -1,88 g. A la carga negativa siguió inmediatamente una carga positiva sostenida que superó los 2,74 g.

2.11. Cuatro segundos después de este encuentro, la aeronave alcanzo un alabeo a la derecha de 90 grados y la altitud indicaba un ascenso rápido a FL425. En este punto la aeronave estaba fuera de control, en este instante la tripulación comenta ***"sácalo, sácalo, sácalo"*** y se escuchan que van forcejeando con los controles.

2.12. Seis segundos después se registra una altitud de FL410, la aeronave alcanza su punto máximo en FL448, en este momento la tripulación comenta ***"bajalo, bajalo"***, notándose ahí más la pérdida de control a lo que indican ***"hay que picarlo, hay que picarlo"***. En este momento, la aeronave se invirtió (giro de 180 grados) y se inclinó sesenta grados, nariz abajo, actitud indicativa del desplome, tres segundos más tarde la aeronave permanecía fuera de control y desciende rápidamente a través de FL439. En este punto, la aeronave giraba sobre el eje de las alas a alta velocidad, y el cabeceo era de 20 grados, con esta actitud comentan ***"speed brake"***, y el copiloto indica ***"los motores están apagados"*** se escuchan más alarmas y el esfuerzo que estaban realizando para poder controlar la aeronave sin éxito, un segundo después la aeronave se invirtió una vez más con una alta velocidad de alabeo y continuó descendiendo rápidamente a través de FL404. En este punto tanto el FDR como la CVR dejaron de registrar información.

2.13. Del espectro de sonidos de la CVR se identifican las alarmas de altitud, de desplome y el sonido de revolución de N1 (revoluciones del compresor) y N2 (revoluciones del compresor de alta), el análisis indica que ambos motores estaban funcionaban correctamente hasta el momento en que la aeronave asciende hasta FL448 y comienza a descender rápidamente estando a FL400, en las imágenes del espectro acústico indica que ambos motores dejan de funcionar es decir se apagan, es muy probablemente que se haya generado la flama residual de ambos motores, conocido comúnmente como "FLAME OUT", o que se hubieran desplomado los compresores

generando el mismo efecto por la falta de "aire directo" a los mismos, por lo que se descarta una falla mecánica de los motores.

2.14. Los últimos 30 minutos de vuelo que registro la grabadora de voz, se escucha un vuelo normal, como se trata de una fase de crucero la carga de trabajo consiste en monitorear los instrumentos y solo hacen un comentario sobre lo que muestra el radar meteorológico.

2.15. La aeronave estaba equipada con un radar Honeywell Primus 870, que tiene cierta capacidad para representar la ubicación y frecuencia de los sistemas a través de colores, en las proximidades de la aeronave; sin embargo, la investigación no pudo evaluar la información del radar meteorológico, debido a que se quemó. La aeronave continua en todo momento del vuelo con el rumbo de 305 (122) y sobre la aerovía UT3. Cabe señalar que la función principal de un radar meteorológico es proporcionar información de mal tiempo en la ruta y apoyar a la tripulación para evitar ingresar a zonas de inestabilidad, es decir prevenir el ingreso a mal tiempo.

2.16. De la misma manera existen evidencias que hubo muchas deficiencias con el mantenimiento de la FDR y la CVR. No existen registros disponibles que indicaran que el FDR y CVR habían sido sometido a un mantenimiento regular durante la última década, aunque en el manual de mantenimiento para la aeronave Challenger, no existe "mantenimiento programado" para estos equipos.

2.17. El área de impacto de la aeronave contra el terreno, se encontró está en un solo punto de contacto, con la dispersión de diferentes partes cerca de la aeronave, indicativo que esta impacta el terreno de manera horizontal con alta concentración de energía vertical, reforzándose esto al apreciar los motores que muestran daños de impacto en su parte inferior, propiciando que estos no giraran (comprimiéndose por su peso), reforzando el hecho de que la aeronave cayo de manera horizontal y con los motores apagados.

2.18. El estudio de aerodinámica que realizo el fabricante de la aeronave indica que la ocurrencia del desplome de la aeronave se debió a las perturbaciones atmosféricas en la tormenta en la que voló la aeronave, provocando que la aeronave entrara en una condición de pérdida de sustentación irrecuperable, la cual prevaleció hasta el impacto en el suelo

3. Conclusiones

3.1. Los miembros de la tripulación estaban calificados para el vuelo y contaban con la experiencia en el equipo CL600.

3.2. Todas las superficies de control de la aeronave se encontraban en su posición de diseño y todos los daños que sufrió la aeronave son atribuibles a las severas fuerzas de impacto de manera vertical.

3.3. No se encontraron evidencias de falla de la estructura de la aeronave o mal funcionamiento de los sistemas antes de que la aeronave entrara a la zona amarilla del sistema meteorológico.

3.4. Debido a la destrucción de la cabina de pilotos el sistema de ***Radar Meteorológico*** no se pudo evaluar.

3.5. La tripulación pierde el control de la aeronave cuando esta entra a una zona de inestabilidad atmosférica; turbulencia era severa y cúspides hasta 45,000 ft; que se encontraba en su ruta a FL410, las corrientes de vientos lo ascendieron rápidamente hasta niveles de vuelo de 44,800 pies.

3.6. Al tener ángulos de ataque superiores aproximados entre 40° a 50°, tanto el ala como la sección del estabilizador vertical y horizontal, que en este tipo de aeronave tienen forma de "T" se encuentran confinados en su funcionamiento y sin generar sustentación, con estas actitudes es posible que se altere el flujo de aire hacia la entrada de aire de los motores, perdiendo la potencia de los mismos, lo que originó que los motores se apagaran en vuelo.

Causa Probable

La Dirección de Análisis de Accidentes e Incidentes de Aviación señala que el presente informe final de dictamen esta emitido con base en los Artículos 1, 2 fracción I, 14, 16, 18, 26, y 36 fracción XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2 fracción XVI, sub-fracción XVI.5, 9, y 21 fracción XXIII del Reglamento Interior de la SCT; 185, 189 y 190 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, así como el artículo primero Transitorio segundo y cuarto del "Acuerdo por el que se establece que las actividades relativas a la búsqueda y salvamento, así como la investigación de accidentes e incidentes sufridos por aeronaves civiles a que se refieren los artículos 80 y 81 de la Ley de Aviación Civil serán realizadas por la Subsecretaria de Transporte", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 2021, determina como la causa probable de este suceso

"IMPACTO CONTRA EL TERRENO CON ALAS NIVELADAS, DESPUES DE UNA PERDIDA DE CONTROL POR ASCENSO RAPIDO E INVERSIONES DE LA AERONAVE PROVOCADAS POR EL INGRESO A INESTABILIDAD ATMOSFERICA SEVERA, INDUCIENDO EL APAGADO DE AMBOS MOTORES"

Fase: Ascenso a FL410

Factores Contribuyentes:

- Ingreso inadvertido a zona de inestabilidad atmosférica severa
- No contar con la información necesaria del sistema de radar meteorológico de la aeronave por razones indeterminadas

Recomendaciones de seguridad operacional

Una de las actividades principales de las Oficinas de Control y Seguimiento de vuelo, es monitorear las condiciones seguras de una operación aérea, si hubiera existido una barrera de este tipo de Oficinas, las posibilidades de ocurrencia de este suceso habrían disminuido; por lo anterior con la intensión de que este tipo de sucesos no vuelvan a presentarse, la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Aéreos, determinó realizar la siguiente recomendación a Compañía de Aviación y Logística Empresarial, S.A.P.I. DE C.V.:

Rec. 23/2021: a) Implementación dentro de su Organización de una Oficina de Control y Seguimiento de vuelos, que apoyen a las tripulaciones para la realización de vuelos seguros. b)

Reforzar las medidas en materia de supervisión y calidad de los procedimientos de la Organización y de las Directrices que marquen los fabricantes de las Aeronaves de su flota.

De los hechos se pudo identificar que la aeronave CNK715 se encontraba bajo las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) y en contacto con los controladores de tránsito aéreo ACC MMTY 5, dicho vuelo comunica a los controladores de tránsito aéreo ACC MMTY 5 realizar una desviación de su ruta por presencia de condiciones meteorológicas adversas, maniobra que fue autorizada y colacionada por los controladores de tránsito aéreo ACC MMTY 5 como "***... WHEN THE WEATHER PERMITS FLY DIRECT TO SIERRA LIMA WHISKEY***"; aun cuando conocemos que la prioridad del Centro de Control es mantener la separación de los tránsitos IFR, esta Comisión considera y recomienda a los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, como acción proactiva a la seguridad operacional, lo siguiente:

Rec. 24/2021: Que se designen meteorólogos en los Centros de Control que asesoren en tiempo real a los Controladores de Tránsito Aéreo hasta en tanto SENEAM cuente con los recursos tecnológicos que permitan adquirir la conciencia situacional para alertar a las tripulaciones de manera precisa y eficiente.

A la Agencia Federal de Aviación Civil, con relación a este suceso en investigación se determinó que la ausencia de tecnología implementada en tierra, para la navegación segura de las aeronaves en espacio aéreo controlado hubiera ayudado a eliminar un peligro para que este accidente se presentara, por lo anterior la Comisión Investigadora y Dictaminadora de accidentes determinó realizar la siguiente recomendación:

Rec. 25/2021: a) Se asegure que los Manuales de Tránsito Aéreo de los Centros de Control, se establezcan de manera clara las directrices en el que el proveedor de servicios de tránsito aéreo proporcionara información meteorológica a los tránsitos en espacio aéreo controlado y si no cuentan con la infraestructura establezcan vías alternas para que apoyen a las tripulaciones; b) Mejoramiento del sistema de vigilancia (radares meteorológicos en los Centros de Control) que permita a los controladores visualicen y detecten sistemas meteorológicos, mostrándose estos de "colores" en las pantallas, además de mostrar la extensión y la intensidad de los sistemas meteorológicos adversos, y/o en su defecto c) Que los controladores reciban información del CAPMA, que se les actualicen constantemente los datos de precipitación, turbulencia, formación de hielo, lluvia u otros peligros para los vuelos, así como la ubicación, la extensión e intensidad (ligero, moderado, intenso, extremo, desconocido, etc.) de los fenómenos. d) Ordene el estudio e implementación de este tipo de radares en el territorio nacional.

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

ING. JOSÉ ARMANDO CONSTANTINO TERCERO
CED. PROF. 1718542

ANEXO A

TRANSCRIPCIÓN MAGNETOFÓNICA DE LA UNIDAD STA
ACC MTY
TIPO DE EVENTO
ACCIDENTE N601VH
FECHA Y HORA UTC
05 MAYO 2019 2337UTC
FECHA DE ELABORACIÓN
07 DE MAYO DE 2019

TOTAL DE PÁGINAS DEL DOCUMENTO:	5	FRECUENCIA	NO. DE DISCOS
		125.6 MHZ	N/A

CERTIFICADA POR:		FIRMA:	
SOLICITADA POR:		FIRMA:	

HORA UTC	UNIDAD	CONTENIDO DE LAS COMUNICACIONES
		[illegible] SOLICITA TRES

Ver 3.

Ver 3.

Ver 3.

Ver 3.

Ver 3.

FIN DE LA TRANSCRIPCIÓN

ANEXO B

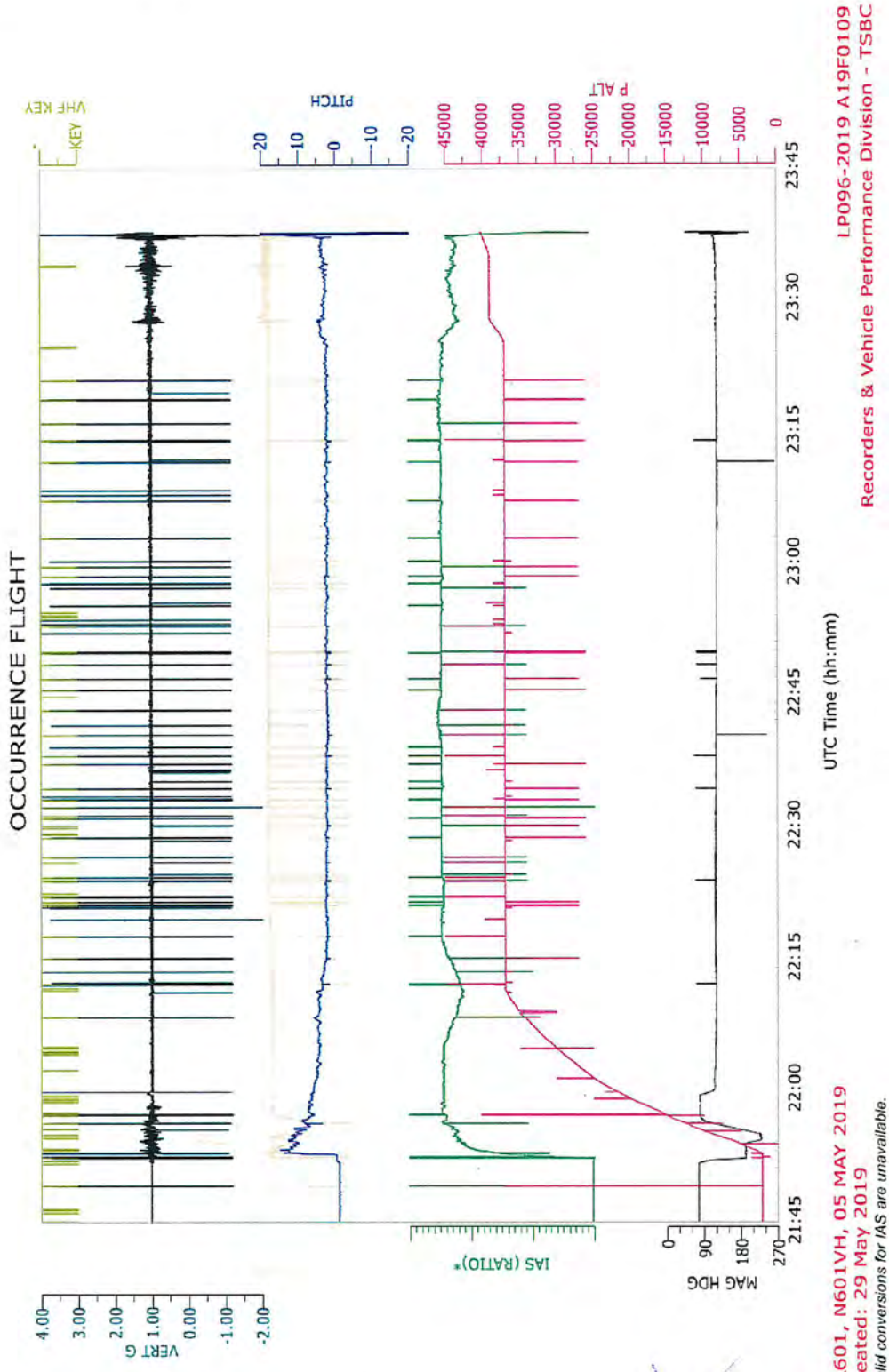


Figure 14: Summary of flight data for the occurrence flight.
Note: Data spikes resulting from bit cell errors up until the final three track segments.

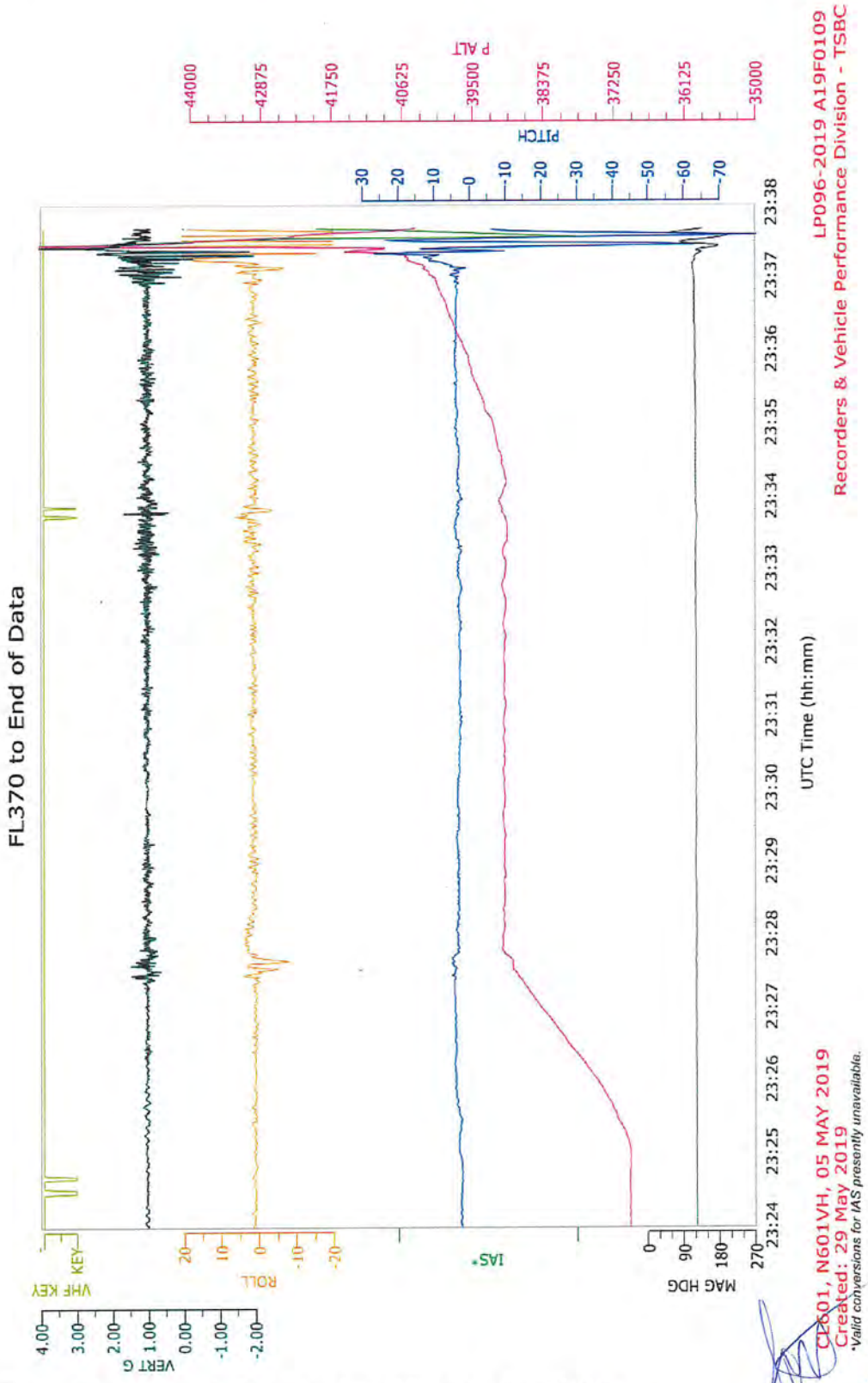


Figure 15: Summary of the flight data from FL370 up to the end of data.

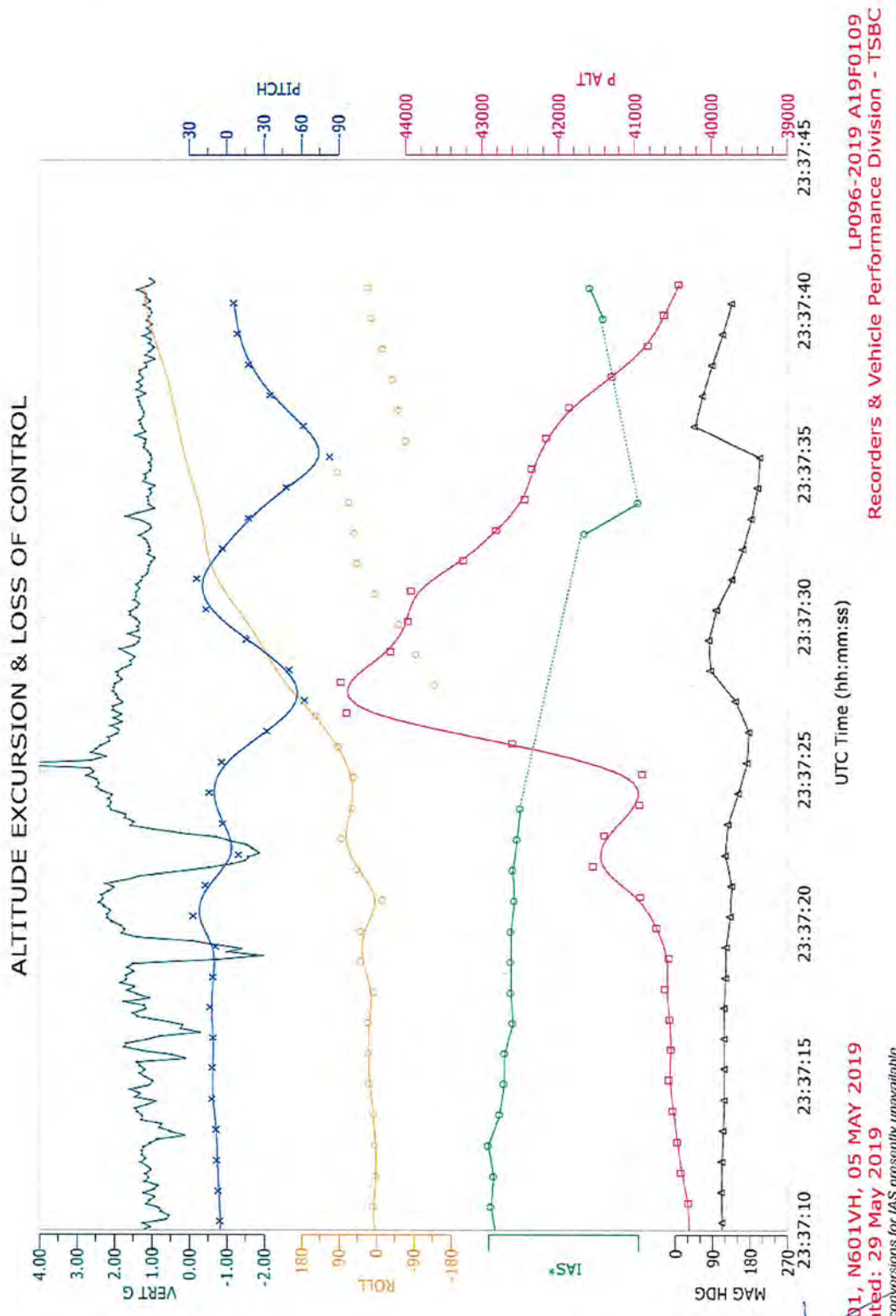


Figure 16: Summary of flight data during the altitude excursion and loss of control.

ANEXO C

Hora		CTA	Tiempo de reproducción		CVR
UTC	LCL	ACC MTY5			CAP/COP/CAM/EXTRA/COMBINED CREW

Ver 3.

				CAP	i

Hora		CTA	Tiempo de reproducción		CVR
UTC	LCL	ACC MTY5			CAP/COP/CAM/EXTRA/COMBINED CREW

Ver 3.

Hora		CTA	Tiempo de reproducción		CVR
UTC	LCL	ACC MTY5			CAP/COP/CAM/EXTRA/COMBINED CREW

Ver 3.

					signos de esfuerzo

Hora		CTA	Tiempo de reproducción		CVR
UTC	LCL	ACC MTY5			CAP/COP/CAM/EXTRA/COMBINED CREW

Ver 3.

			32:28.297		Fin de la transcripción

ANEXO D

REPORTE TÉCNICO

Sistema Radar Primario (PSR)

Contenido

1. Sistema Radar Primario (PSR) 2
2. Detección Radar Primario (PSR) 2
   - 2.1 Efectos de Lluvia 2
   - 2.2 Canal Meteorológico 2
3. Radares Meteorológicos 2
4. Radares Primarios (PSR) en México 2

1. Sistema Radar Primario (PSR)

El objetivo de un radar primario (PSR) es la detección de aeronaves a través de la reflexión de la energía transmitida. Dicha energía se envía a través de pulso de ondas electromagnéticas (radio frecuencia).

En México, los radares primarios (PSR) utilizan, principalmente, la banda S de radio frecuencias con sus respectivas características físicas.

2. Detección Radar Primario (PSR)

La distancia a la que puede ser detectado un objetivo va a depender de la potencia, características y configuraciones del radar y de las características reflectivas del objetivo en el momento de la propagación de la energía. Dicha distancia se puede ver afectada por terreno, interferencias y fenómenos meteorológicos.

Una aeronave con mayor reflectividad va a ser detectada a una mayor distancia comparada con una de menor reflectividad, cuya detección va a ser más cercana al radar. Incluso si ambas aeronaves se encuentran dentro del área de cobertura del radar primario (PSR).

2.1 Efectos de Lluvia

Las gotas de agua son capaces de absorber y reflejar en todas direcciones las ondas electromagnéticas, lo que complica la detección de aeronaves.

Por lo tanto, se han desarrollado técnicas para la atenuación o discriminación de los eventos meteorológicos de precipitación para aumentar la probabilidad de detección de una aeronave. Por ejemplo, el cambio de polarización que tiene como efecto disminuir los efectos de precipitaciones y mejorar la detección de aeronaves.

2.2 Canal Meteorológico

Algunos radares primarios (PSR) tienen la capacidad de compartir la información meteorológica producida por precipitaciones. Esto no significa que pueden ser considerados como radares meteorológicos, ya que el sistema, siempre le dará prioridad a la detección de aeronaves durante el procesamiento de la señal detectada.

3. Radares Meteorológicos

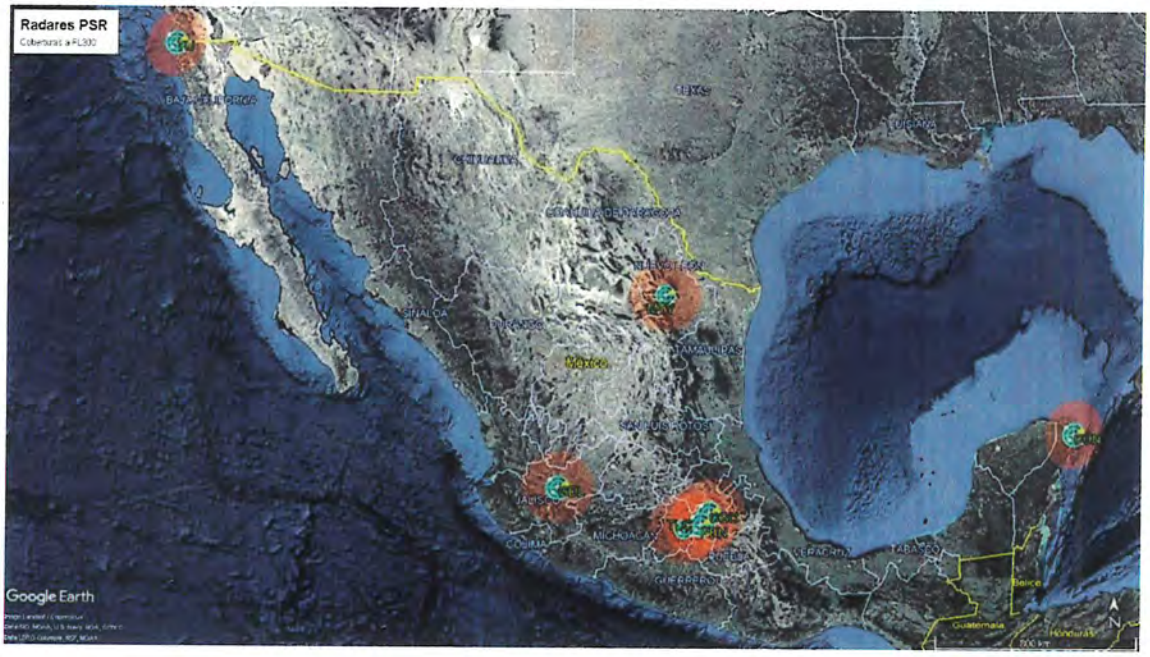
Un radar meteorológico tiene un funcionamiento similar al de un radar primario (PSR) con la diferencia de algunas características, por ejemplo, la frecuencia, antena, los algoritmos de detección, etc., están diseñadas para determinar la distancia, ubicación y velocidad de los fenómenos meteorológicos.

4. Radares Primarios (PSR) en México

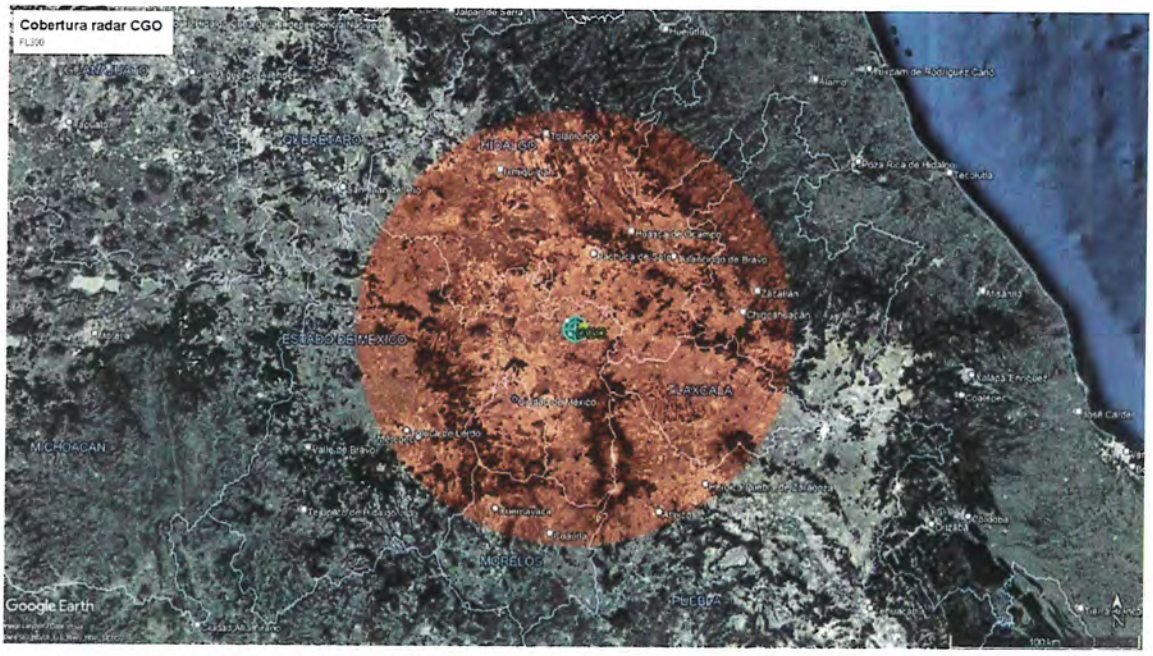
SITIO	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	FABRICANTE (MARCA)	MODELO	RANGO	WEATHER DATA
CGO	19° 45' 16.00"	98° 49' 34.30"	THALES-ATM	STAR2000	60 MN	✓
CUN	21° 03' 03.70"	86° 52' 47.08"	THALES-ATM	STAR2000	60 MN	✓

GDL	20° 31' 58.23"	103° 18' 35.91"	NORTHROP GRUMMAN	ASR12	60 MN	✓
PEN	19° 26' 26.89"	99° 04' 59.90"	LEONARDO S.p.A.	ATCR 33-S NG	60 MN	✓
MTY	25° 47' 26.14"	100° 06' 27.37"	LEONARDO S.p.A.	ATCR 33-S DPC	60 MN	✓
TIJ	32° 32' 20.56"	116° 58' 41.71"	THALES-ATM	STAR2000	60 MN	✓
TLC	19° 20' 10.35"	99° 34' 13.68"	LEONARDO S.p.A.	ATCR 33-S NG	60 MN	✓

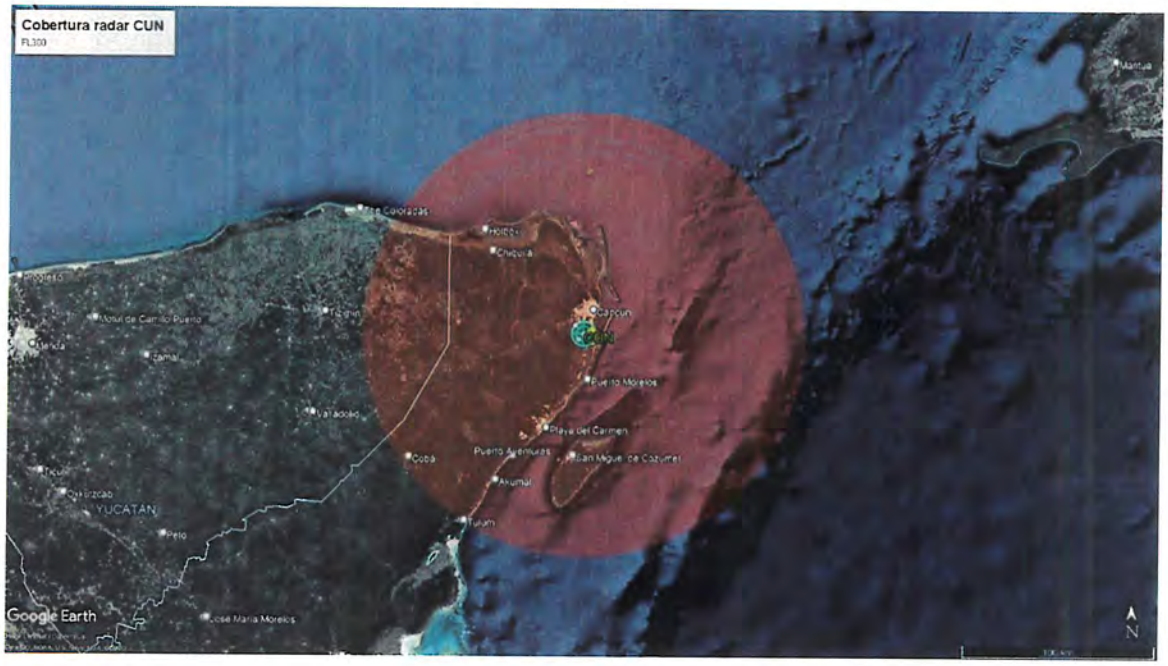
Radares Primarios (PSR)



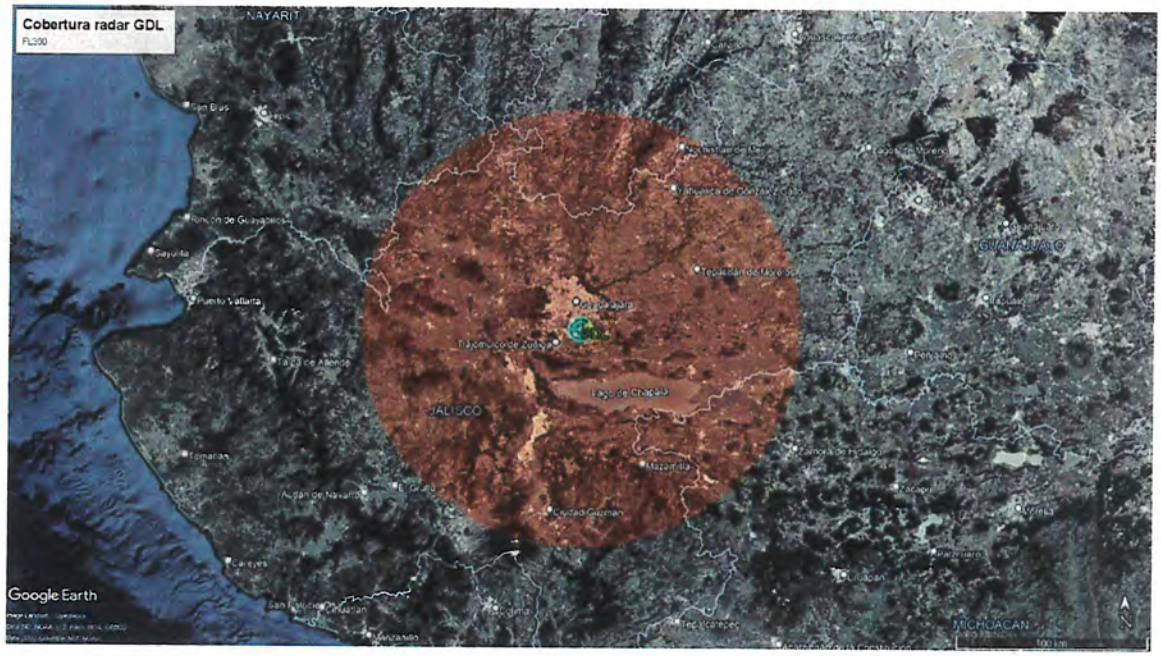
Radares Primarios (PSR) con sus respectivas coberturas a FL300



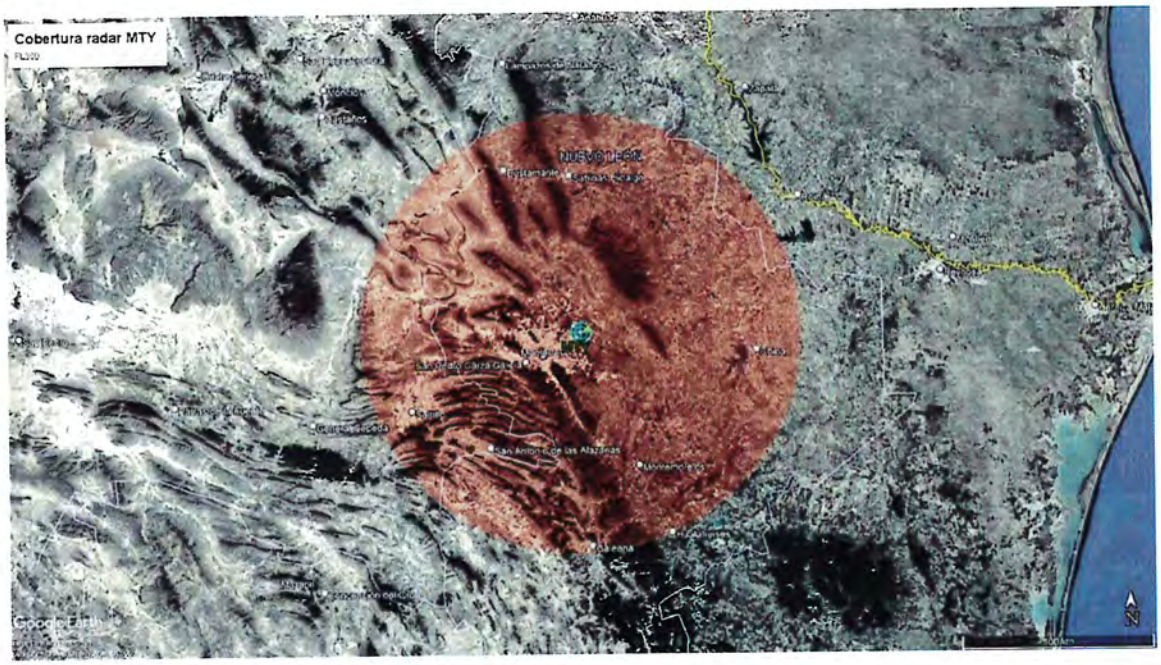
Radar CGO con cobertura a FL300



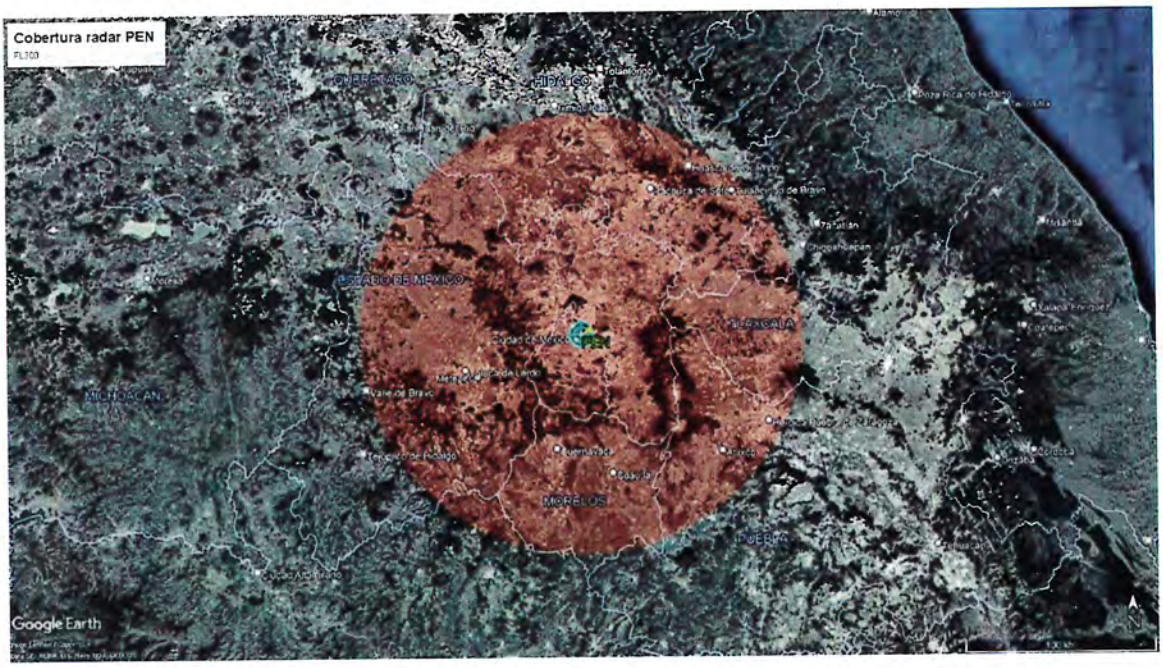
Radar CUN con cobertura a FL300



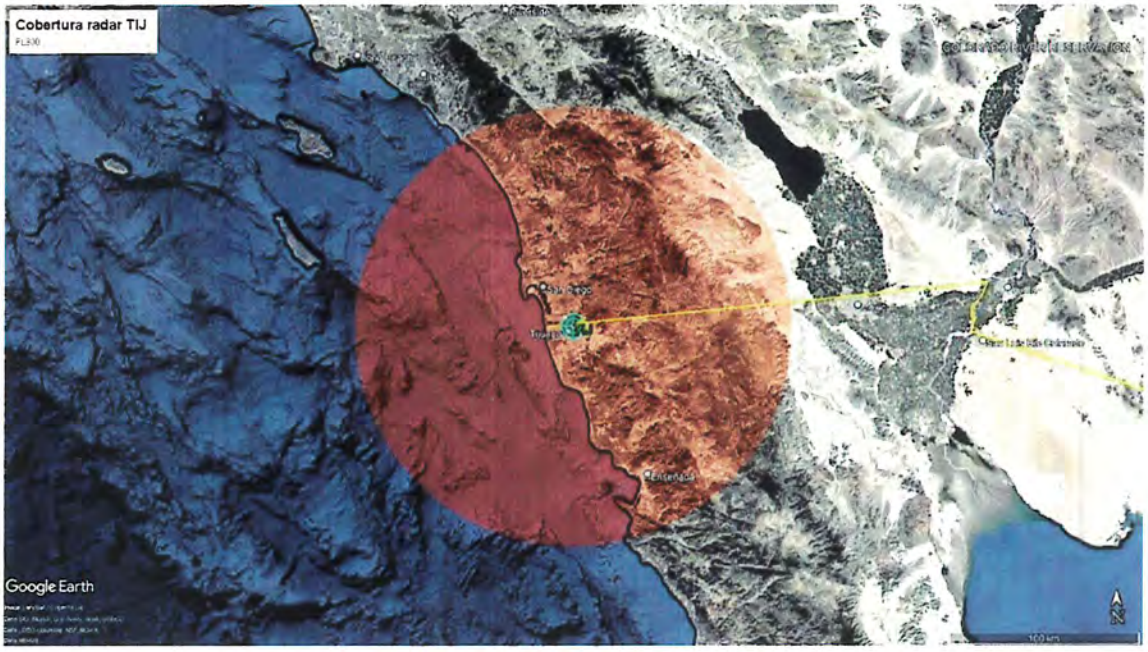
Radar GDL con cobertura a FL300



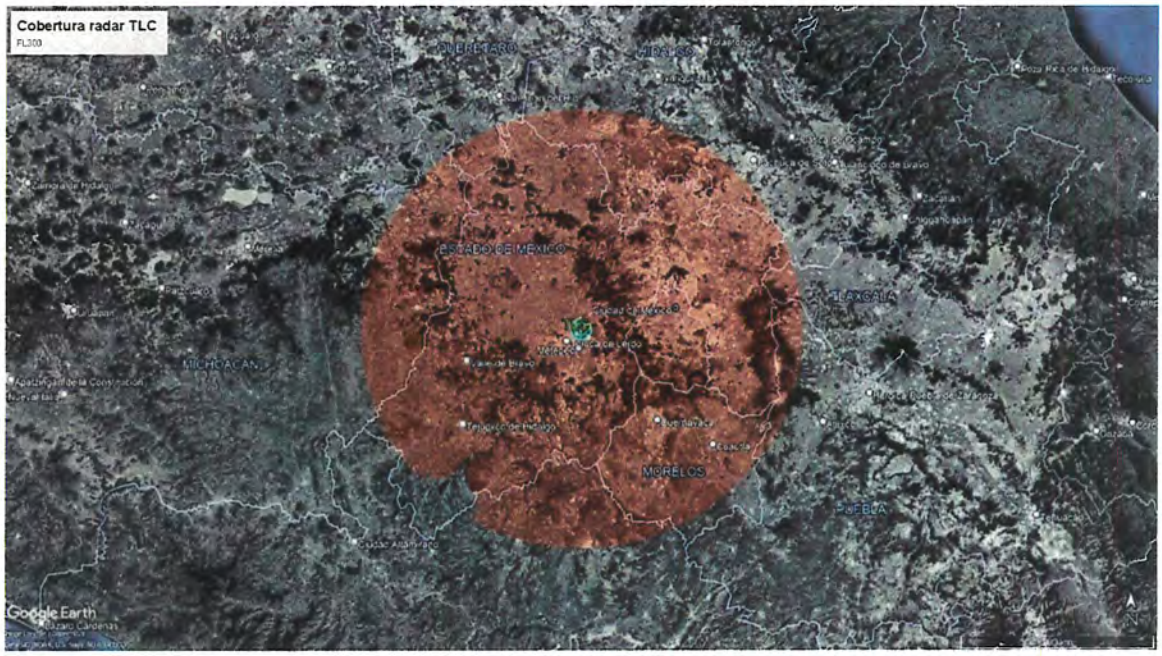
Radar MTY con cobertura a FL300



Radar PEN con cobertura a FL300



Radar TIJ con cobertura a FL300



Radar TLC con cobertura a FL300

Nota aclaratoria

Ver 1. Con fundamento en el Art.68, 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 113 Fracción I de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, se eliminan los nombres y edad del personal técnico aeronáutico por tratarse de datos de personas físicas que requieren de su consentimiento para su difusión.

Ver 2 Con fundamento en el Art. 113 Fracción II de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, numeral trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas, por tratarse de datos industriales únicos de cada equipo, componente o parte de la aeronave.

Ver 3. Con fundamento en el Artículo 110, fracción XIII, Artículo 37 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, numerales 5.12. nota 2, 5.12.2, 5.18, 5.22, y Apéndice 2, numerales 1.1, 1.5, inciso a), b), c) y d), subinciso 1), 2.5, 3.1, 3.4, y 5.1, 5.4, del Anexo 13 al CACI, así como al numeral trigésimo segundo, trigésimo octavo y trigésimo noveno de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas: para garantizar que las investigaciones no se vean obstaculizadas por investigaciones administrativas o judiciales; ampliación de la especificación que atañe a la divulgación de los registros de imágenes de a bordo del puesto de pilotaje y sus transcripciones.