

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA, CONTABLE Y FINANCIERA**
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, AUDITORÍA
SISTEMAS DE CONTROL DE GESTIÓN Y FINANZAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA GABRIEL RENÉ MORENO

NÚMERO DE GRUPO



XIV FERIA FACULTATIVA

DE EMPRENDEDURISMO INNOVACIÓN Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA



NOMBRE DEL PROYECTO: INVESTIGACION CASO ACCIDENTE AEREO LAMIA CHAPECOENSE CP2933

CATEGORÍA EXPOSICIÓN

INTEGRANTES

Daira Heidí Pacheco Viruez	217189660
Jenny Aguayo Quiroz	219000581
Abigail Peña Mamani	2200221614
Lidia Jimena Rodríguez Montero	211112933

DOCENTE GUIA

Marco A. Garrido Pinto

Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVO GENERAL	5
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. RESUMEN	6
5. ANTECEDENTES DEL VUELO	7
6. INFORMACIÓN SOBRE LA AERONAVE Y LA TRIPULACIÓN	8
6.1 La Aeronave	8
6.2 La Tripulación	10
7. DESARROLLO DEL VUELO	12
8. ANÁLISIS DE CAUSAS	13
9. FACTORES CONTRIBUYENTES	14
9.1. Aprobación inapropiada del plan de vuelo	14
9.2. Falta de planificación de escala técnica para reabastecimiento:	15
9.3. Decisión de continuar sin desvío	15
9.4. Omisión de declaración de emergencia:	15
9.5. Deficiencias en la gestión de seguridad operacional	16
10. HALLAZGOS TÉCNICOS Y REGISTROS DE VUELO	16
10.1. Registros del CVR (Cockpit Voice Recorder):	16
10.2. Registros del FDR (Flight Data Recorder):	17
10.3. Comunicaciones con el ATC:	17
10.4. Descenso final y ubicación:	18
11. CONSECUENCIAS HUMANAS Y SOCIALES	18
11.1. Víctimas del accidente:	19
11.2. Supervivientes:	19
12. RESPUESTAS Y ACCIONES POSTERIORES	21
12.1. Suspensión del Certificado de Operador Aéreo (AOC) de LaMia:	21
12.2. Investigaciones Penales en Bolivia:	22
12.3. Revisión de Políticas de Control para Vuelos Chárter Internacionales:	22
12.4. Mejora de los Protocolos de Declaración de Emergencia:	23
12.5. Acciones Internacionales y Recomendaciones:	23
13. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EMITIDAS	24
13.1. Reforzar la supervisión a operadores de vuelos no regulares:	24

13.2. Garantizar que los planes de vuelo incluyan combustible de reserva, alternos y contingencia:.....	25
13.3. Implementar controles automatizados sobre validación de planes de vuelo:.....	25
13.4. Fortalecer los procesos de emisión de AOC con auditorías recurrentes:	25
13.5. Exigir entrenamiento específico sobre gestión de combustible:	25
13.6. Establecer medidas disciplinarias ante incumplimientos operacionales:	26
13.7. Mejorar la coordinación entre autoridades aeronáuticas sudamericanas:.....	26
13.8. Incentivar la cultura de seguridad operacional por encima de criterios económicos:	26
13.9. Reentrenar a tripulaciones en procedimientos de declaración de emergencia:	27
13.10 Incrementar la vigilancia sobre los CAMO y servicios de mantenimiento externos:	27
13.11. Promover una supervisión más estricta sobre operadores con flotas únicas o recursos limitados:	27
14. ANEXOS DETALLADOS	28
12.1 Trayectoria del vuelo y zonas clave	28
14.1.1. Despegue:	28
14.1.2. Crucero:	28
14.1.3. Ingreso al espacio aéreo colombiano:	29
14.1.4. Último nivel de vuelo:	29
14.1.5. Pérdida de motores:	29
14.1.6. Última posición registrada:.....	30
14.1.7. Impacto:	30
14.2. Pérdida de dinero en efectivo del avión.....	30
14.3. Valor de la plantilla del Chapecoense (2022 ajustado al accidente)	31
14.4 Transcripción de comunicaciones (CVR y ATC).....	31
14.5 Fotografías y evidencia física.....	33
14.6 Lista de ocupantes	34
14.7 Plan de vuelo registrado	36
14.8 Análisis comparativo con accidentes similares	37
14.9. ¿Quiénes están presos por el accidente?	37
14.10. Países que negaron licencias a LaMia y por qué motivo	38
14.11. Combustible necesario vs. combustible cargado.....	38
15. CASOS RELEVANTES:	39
16. FACTORES COMUNES IDENTIFICADOS:.....	40
17. REFLEXIONES FINALES Y CIERRE DE EXPOSICIÓN	40
17.1 Reacciones Gubernamentales.....	42
17.2 Reacciones en el Mundo del Deporte.....	42

17.3 Reacciones del Sector Aeronáutico	43
18. RECOMENDACIÓN	43
15. BIBLIOGRAFIA	44
16. ANEXOS	45

1. INTRODUCCIÓN

El accidente aéreo del vuelo LaMia CP2933, ocurrido el 29 de noviembre de 2016, constituye uno de los eventos más trágicos en la historia de la aviación sudamericana, al cobrarse la vida de 71 personas, entre ellas gran parte del equipo de fútbol Chapecoense. Esta tragedia evidenció una serie de fallas graves en la planificación operativa, la gestión del combustible, la omisión de protocolos de emergencia y la debilidad en los sistemas de control interno de la empresa LaMia Corporation S.R.L. El presente trabajo tiene como finalidad analizar desde el enfoque de la auditoría forense los factores que permitieron la ejecución de un vuelo con múltiples irregularidades operativas y legales, identificando las causas estructurales que facilitaron el accidente. El estudio cobra especial relevancia en la formación profesional, al permitir la reflexión crítica sobre la responsabilidad institucional y el rol de la auditoría en la prevención de riesgos operacionales, contribuyendo a la mejora de la cultura de seguridad en la aviación civil.

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación formativa es de vital importancia debido a la necesidad de identificar las fallas operacionales y administrativas que derivaron en el trágico accidente del vuelo LaMia CP2933. El análisis se centra en los factores humanos, técnicos, organizacionales y de control interno que revelaron una gestión deficiente en seguridad aérea. Las causas que motivan este estudio son, principalmente, la negligencia en la planificación de vuelo, la omisión de protocolos de emergencia, y la falta de supervisión estatal y empresarial, que evidencian una debilidad estructural en los sistemas de auditoría y control. Comprender estas deficiencias permitirá proponer mecanismos de

prevención y fortalecer el control en la gestión aeronáutica, contribuyendo así a la formación integral en auditoría forense y a la protección de vidas humanas.

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar el sistema de control interno de la empresa LaMia Corporation S.R.L., mediante el estudio del accidente aéreo del vuelo CP2933 ocurrido en Colombia, con el fin de identificar las debilidades operativas y proponer mejoras en los procedimientos de seguridad operacional y auditoría forense.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar un cuestionario de evaluación sobre las causas administrativas y operativas que contribuyeron al accidente del vuelo CP2933, para identificar fallas en el control interno.
2. Revisar la bibliografía técnica y normativa relacionada con la planificación de vuelos, la gestión de combustible y la cultura de seguridad operacional en el sector aeronáutico.
3. Analizar los registros de vuelo, comunicaciones y decisiones operativas, contrastándolos con las normativas internacionales para determinar la ausencia de controles eficaces por parte de la empresa y las autoridades reguladoras.

INFORME DETALLADO DEL ACCIDENTE AÉREO DEL VUELO LaMia CP2933

4. RESUMEN

El 29 de noviembre de 2016, la aeronave AVRO 146-RJ85, matrícula CP 2933, operada por la empresa LaMia Corporation S.R.L., se estrelló en las montañas cercanas al municipio de La Unión, Antioquia, en Colombia. El vuelo había partido desde el Aeropuerto Internacional Viru Viru **(Santa Cruz, Bolivia)** con destino al Aeropuerto Internacional José María Córdova **(Rionegro, Colombia)**, transportando al equipo de fútbol brasileño Chapecoense, su delegación y varios periodistas, con un total de 77 ocupantes a bordo.

El accidente ocurrió a las 02:59 horas UTC, cuando la aeronave impactó contra el terreno tras la pérdida total de empuje en sus cuatro motores, consecuencia directa del agotamiento total del combustible a bordo. Como resultado del impacto, 71 de los 77 ocupantes fallecieron, incluidos casi todos los jugadores y el cuerpo técnico del Chapecoense. Solo seis personas sobrevivieron, con heridas graves o leves.

La investigación reveló que las causas principales del accidente fueron una planificación de vuelo inadecuada, una gestión negligente del combustible, la falta de toma de decisiones oportunas por parte de la tripulación, y fallas graves en la supervisión y control operacional por parte de la compañía LaMia. Además, se identificaron múltiples factores contribuyentes relacionados con la cultura organizacional deficiente, el incumplimiento de normativas y la ausencia de declaración de emergencia o la priorización de aterrizaje con suficiente antelación.

La combinación de estos factores generó un contexto de riesgo elevado y resultó en una tragedia que pudo haberse evitado si se hubieran seguido los procedimientos establecidos para la gestión de combustible, la supervisión de operaciones y la declaración oportuna de emergencia. La tragedia resalta la necesidad urgente de reformas en la regulación de vuelos chárter, la mejora en los controles de seguridad operativa y la implementación de una cultura organizacional sólida en la aviación civil.

5. ANTECEDENTES DEL VUELO

El vuelo había sido contratado como vuelo chárter por el club para trasladar al equipo a la final de la Copa Sudamericana 2016. El plan inicial contemplaba dos tramos:

- Vuelo 1: Desde São Paulo (Brasil) hasta Medellín (Colombia).
- Vuelo 2: Regreso desde Medellín a Chapecó (Brasil).

Sin embargo, debido a restricciones legales y a la negativa de las autoridades brasileñas (ANAC), el primer tramo fue modificado. La delegación de Chapecoense voló inicialmente en un vuelo comercial hasta **Santa Cruz** (Bolivia), donde abordarían el vuelo LaMia CP2933 con destino final a **Rionegro, Colombia**.

El vuelo despegó a las 22:00 UTC del 28 de noviembre de 2016 desde el Aeropuerto Internacional de Viru Viru, con un combustible cargado de aproximadamente 9,073 kg, que era apenas suficiente para cubrir el trayecto directo hasta el destino final, sin contemplar reservas de combustible, combustible de contingencia ni para aeropuertos alternos. Esta carga de combustible contravino las normativas internacionales y los

requisitos operacionales, lo que constituyó una grave violación a las regulaciones de seguridad aérea.

El accidente ocurrió a las 02:59 horas UTC, cuando la aeronave perdió totalmente el empuje en sus cuatro motores debido al agotamiento de combustible, lo que resultó en el impacto contra el terreno y la posterior pérdida de 71 vidas de las 77 ocupantes, incluidos casi todos los jugadores y cuerpo técnico del Chapecoense. Solo seis personas sobrevivieron con heridas de distinta gravedad.

La investigación determinó que las causas principales del accidente fueron un planeamiento de vuelo inadecuado, la gestión negligente del combustible, la falta de decisiones oportunas por parte de la tripulación, y las fallas graves en la supervisión y control operacional por parte de la empresa LaMia. Asimismo, se identificaron factores contribuyentes relacionados con la cultura organizacional deficiente, el incumplimiento de normativas y la ausencia de declaración de emergencia o de prioridad de aterrizaje con suficiente antelación.

La tragedia subraya la necesidad de reformas en la regulación de vuelos chárter, una mejor supervisión estatal en la aviación comercial, y la creación de una cultura organizacional sólida y responsable en la gestión operativa, que prevenga la repetición de eventos similares.

6. INFORMACIÓN SOBRE LA AERONAVE Y LA TRIPULACIÓN

6.1 La Aeronave

- **Modelo:** AVRO 146-RJ85

- **Matrícula:** CP 2933
- **Año de fabricación:** 1999
- **Motores:** 4 turbofán Honeywell LF507-1F
- **Total de horas de vuelo acumuladas:** 21,640:45
- **Peso máximo de despegue (MTOW):** 41,800 kg

El avión involucrado en el accidente fue un AVRO 146-RJ85, con matrícula CP 2933, fabricado en el año 1999. Este modelo de aeronave es conocido por su configuración de cuatro motores turbofán Honeywell LF507-1F, que ofrecen una capacidad de propulsión diseñada para operaciones en rutas de corta y mediana distancia, típicamente en aviones regionales.

Al momento del accidente, la aeronave había acumulado un total de 21,640:45 horas de vuelo, lo que indica una trayectoria operacional considerable. La aeronave había sido previamente operada en Estados Unidos, Irlanda, Aruba y Venezuela, antes de ser registrada en Bolivia y ser operada por **LaMia Corporation S.R.L.**

En cuanto a las características técnicas, el avión tenía un peso máximo de despegue (MTOW) de 41,800 kg, una cifra relevante en términos de su capacidad de carga y la configuración de vuelo en el que operaba. Durante su tiempo de servicio, el avión estuvo sujeto a las normativas de mantenimiento que incluían auditorías y revisiones periódicas. Es importante señalar que el mantenimiento de la aeronave estaba gestionado por una **Organización de Mantenimiento de Aeronaves Aprobada (CAMO)** en Irlanda. Según los registros, el último servicio de mantenimiento importante se había realizado solo siete

días antes del accidente, lo que indicaba que la aeronave cumplía con los requisitos de mantenimiento establecidos en ese momento.

Aunque el avión tenía una historia de servicio activa y había pasado las inspecciones necesarias antes de su trágico desenlace, los factores que contribuyeron al accidente apuntan a una gestión inapropiada del combustible y una falta de supervisión efectiva en cuanto a la seguridad operativa, que resultaron en la falta de reserva de combustible necesaria para el vuelo, con las consecuencias fatales ya documentadas.

La aeronave, aunque técnicamente operativa y mantenida dentro de los estándares previstos, no pudo evitar la tragedia debido a la combinación de fallas humanas y organizacionales que marcaron su última operación.

6.2 La Tripulación

El vuelo LaMia CP2933 fue operado por una tripulación con experiencia considerable, pero que, lamentablemente, presentó deficiencias importantes que contribuyeron al accidente. La tripulación estaba compuesta por el piloto al mando y el copiloto, ambos con experiencia significativa, aunque sus errores en los procedimientos de cabina, toma de decisiones durante la emergencia y comunicación con el control de tráfico aéreo (ATC) fueron factores clave en el desenlace fatal.

- **Piloto al mando:** El comandante de la aeronave tenía 36 años de edad y contaba con más de 6,600 horas de vuelo, lo que lo calificaba como un piloto con experiencia en vuelos de este tipo. Sin embargo, se destacó que el comandante también era uno de los propietarios de LaMia, lo que generó una dualidad de

funciones que pudo haber influido en la toma de decisiones operativas. Este conflicto de interés pudo haber afectado su juicio, priorizando factores administrativos sobre las normas de seguridad establecidas. Su experiencia en la aeronave Avro RJ85 y otros tipos de aviones fue adecuada, pero no fue suficiente para evitar los errores cometidos durante la operación de este vuelo en particular.

- **Copiloto:** El copiloto, con 47 años de edad, poseía más de 6,900 horas de vuelo en total, una cantidad considerable de experiencia. A pesar de esta experiencia, también mostró deficiencias en la ejecución de procedimientos críticos dentro de la cabina, especialmente en momentos de crisis. La falta de comunicación efectiva y la omisión de decisiones clave, como la declaración de emergencia o la gestión adecuada de la situación, fueron factores que complicaron la respuesta ante la emergencia que se presentó.

Ambos miembros de la tripulación tenían el conocimiento técnico necesario para operar la aeronave, pero las deficiencias documentadas en procedimientos de cabina, como la omisión de procedimientos establecidos, y en la toma de decisiones durante situaciones de emergencia fueron factores que afectaron su capacidad para manejar la crisis adecuadamente. La tripulación también mostró deficiencias en la comunicación con el ATC, lo que pudo haber retrasado la posibilidad de recibir ayuda adicional o una maniobra de aterrizaje prioritaria.

La falta de una declaración de emergencia oportuna y la gestión inapropiada del combustible fueron decisiones que demostraron una falta de conciencia situacional y un

vacío de juicio crítico en momentos clave del vuelo. La ausencia de estas acciones cruciales contribuyó de manera directa al desenlace fatal del accidente.

7. DESARROLLO DEL VUELO

El vuelo alcanzó progresivamente los niveles de vuelo FL260, FL280 y finalmente FL300, manteniendo una altura constante durante la fase de crucero. Durante esta fase, se registraron varias conversaciones entre los miembros de la tripulación, en las cuales discutieron sobre el bajo nivel de combustible a bordo y la posibilidad de hacer una escala en Bogotá, Colombia, para reabastecerse. Sin embargo, esta alternativa nunca se formalizó ni se coordinó con el control de tráfico aéreo (ATC).

El vuelo continuó de manera aparentemente normal hasta que la aeronave ingresó al espacio aéreo colombiano a las 00:48 UTC del 29 de noviembre, aproximadamente dos horas y media después del despegue. No obstante, el vuelo experimentó un retraso en la aproximación a Rionegro debido al tráfico aéreo en el área y la presencia de otra aeronave que había declarado una emergencia por fuga de combustible. Como resultado, la aeronave de **LaMia** permaneció en un patrón de espera sobre el punto GEMLI durante varios minutos, lo que retrasó aún más la llegada de la aeronave a la pista de aterrizaje.

A las 02:49 UTC, la tripulación informó al ATC por primera vez que experimentaban "problemas de combustible" y solicitó prioridad de aterrizaje. En este momento, ya era demasiado tarde para una resolución efectiva de la situación, ya que el combustible restante había alcanzado niveles críticos. A las 02:53 UTC, los cuatro motores de la

aeronave comenzaron a apagarse secuencialmente debido al agotamiento total de combustible.

El registrador de datos de vuelo (FDR) dejó de registrar información a las 02:55:48 UTC, cuando la aeronave ya se encontraba sin empuje, en condiciones de planeo a baja altitud, volando en un descenso incontrolado. A pesar de los esfuerzos por parte de la tripulación para manejar la emergencia, las comunicaciones posteriores indicaron que la aeronave experimentaba una "falla total eléctrica" y que se encontraba "sin combustible". En ese punto, la aeronave ya no contaba con la capacidad para ser guiada hacia la pista de aterrizaje, y el impacto ocurrió a las 02:59 UTC, aproximadamente 15 kilómetros al norte del aeropuerto de Rionegro, en un terreno montañoso, con resultados fatales.

El accidente fue consecuencia directa de la falta de combustible, y aunque la tripulación solicitó asistencia para aterrizar con prioridad, la magnitud de la emergencia ya había alcanzado un punto de no retorno debido a la gestión inadecuada del combustible y la demora en la declaración de emergencia.

8. ANÁLISIS DE CAUSAS

La investigación del GRIAA concluyó que la causa principal del accidente fue el agotamiento total del combustible en vuelo, resultado de una serie de decisiones incorrectas y negligencias por parte del explotador, la tripulación y los mecanismos de control estatal. Entre las causas principales se encuentran:

- El plan de vuelo fue aprobado con un tiempo estimado de ruta igual a la autonomía del avión, sin incluir combustible de reserva ni para aeródromo alternativo, incumpliendo la normativa internacional.

- La empresa no planificó ninguna escala técnica para reabastecimiento, a pesar de conocer las limitaciones del combustible.
- La tripulación decidió continuar con la ruta sin realizar desvío a un aeropuerto intermedio, incluso siendo conscientes del nivel crítico de combustible.
- No se declaró emergencia en tiempo oportuno, lo cual impidió recibir prioridad de aterrizaje en condiciones seguras.
- La compañía explotadora LaMia presentó graves fallas en su sistema de gestión de seguridad operacional (SMS), lo que permitió que se aprobara y ejecutara un vuelo fuera de los márgenes legales y técnicos.

9. FACTORES CONTRIBUYENTES

La investigación realizada por el Grupo de Investigación de Accidentes Aéreos (GRIAA) concluyó que la causa principal del accidente del vuelo **LaMia CP2933** fue el agotamiento total de combustible durante el vuelo, lo que resultó en la pérdida de empuje de los motores y, finalmente, en el impacto fatal. Este agotamiento de combustible fue el resultado de una serie de decisiones incorrectas y negligencias a nivel de la compañía operadora, la tripulación y los mecanismos de control estatal. A continuación, se detallan las causas principales que contribuyeron al accidente:

9.1. Aprobación inapropiada del plan de vuelo

El plan de vuelo fue aprobado sin tener en cuenta las reservas de combustible necesarias ni la posibilidad de un aeródromo alternativo. El tiempo estimado de ruta fue igual a la autonomía del avión, lo que dejó al vuelo sin margen de maniobra ante cualquier

imprevisto. Este hecho representó un incumplimiento grave de la normativa internacional, que exige que se considere siempre el combustible de reserva para emergencias.

9.2. Falta de planificación de escala técnica para reabastecimiento:

A pesar de que la compañía LaMia conocía las limitaciones de combustible de la aeronave, no se planificó ninguna escala técnica para reabastecimiento intermedio. Esto subraya una falta de previsión en la gestión operativa de vuelos largos y una clara negligencia en cuanto a la seguridad operativa.

9.3. Decisión de continuar sin desvío

La tripulación, a pesar de ser consciente de que el nivel de combustible estaba en situación crítica, decidió continuar con la ruta sin realizar un desvío hacia un aeropuerto intermedio. Este error de juicio contribuyó directamente al agotamiento completo del combustible, impidiendo así cualquier posibilidad de aterrizaje de emergencia en un sitio seguro.

9.4. Omisión de declaración de emergencia:

A pesar de que la aeronave enfrentaba una situación crítica, la tripulación no declaró emergencia a tiempo. La falta de esta declaración oportuna impidió que la aeronave recibiera prioridad de aterrizaje, lo que podría haber permitido a los controladores aéreos organizar una llegada segura o incluso una posible intervención de apoyo en el aterrizaje.

9.5. Deficiencias en la gestión de seguridad operacional

La compañía LaMia presentó graves fallas en su sistema de gestión de seguridad operacional (SMS), lo que permitió la aprobación y ejecución de un vuelo que no cumplía con los márgenes legales y técnicos requeridos. Esta falta de control interno y supervisión contribuyó a la ejecución del vuelo con una planificación de combustible deficiente y un cumplimiento inadecuado de las normativas internacionales de seguridad.

En resumen, el accidente fue resultado de una cadena de decisiones erróneas, omisiones críticas y una mala gestión operativa tanto por parte de la tripulación como de la compañía aérea. La falta de vigilancia estatal y el incumplimiento de normas internacionales de aviación fueron factores fundamentales que permitieron que estas deficiencias pasaran desapercibidas y se concretaran en un desenlace trágico.

10. HALLAZGOS TÉCNICOS Y REGISTROS DE VUELO

El análisis exhaustivo de los registradores de vuelo (CVR y FDR) permitió reconstruir con alta precisión los eventos previos al accidente, proporcionando valiosa información sobre las decisiones y condiciones operacionales de la tripulación antes del impacto. Los hallazgos obtenidos a partir de los datos registrados son fundamentales para entender las causas del accidente y las circunstancias que lo rodearon:

10.1. Registros del CVR (Cockpit Voice Recorder):

- Las grabaciones del CVR revelaron varias discusiones entre los pilotos sobre el combustible restante, donde expresaron su preocupación por la escasez de

combustible. A pesar de estar conscientes del nivel crítico de combustible, no tomaron ninguna medida correctiva, como un desvío a un aeropuerto intermedio o la declaración de emergencia.

- Este comportamiento refleja una falta de acción decisiva en respuesta a una situación crítica, lo que contribuyó directamente a la pérdida de combustible y, posteriormente, a la falta de empuje de los motores.

10.2. Registros del FDR (Flight Data Recorder):

- Según el FDR, se registró que los cuatro motores de la aeronave se apagaron en un periodo de menos de dos minutos debido al agotamiento total del combustible. Este apagado secuencial dejó a la aeronave en planeo sin posibilidad de reiniciar la potencia de los motores, lo que resultó en una pérdida total de control sobre la capacidad de maniobra y de aterrizaje.
- Este hallazgo confirma que el agotamiento de combustible fue la causa principal de la pérdida de empuje, lo que resultó en la incapacidad de la aeronave para realizar un aterrizaje controlado.

10.3. Comunicaciones con el ATC:

- Las grabaciones de las comunicaciones con el control de tráfico aéreo (ATC) muestran que la solicitud de prioridad por problemas de combustible fue realizada tan solo 10 minutos antes del impacto, lo que indica una demora significativa en la declaración de emergencia. A pesar de la situación crítica, los pilotos no utilizaron

el código de emergencia (MAYDAY), lo que les habría permitido recibir prioridad de aterrizaje y asistencia de emergencia, de haber sido declarado oportunamente.

- Esta demora en la solicitud de prioridad también refleja una falta de conciencia situacional y una omisión de procedimientos estándar para la gestión de emergencias.

10.4. Descenso final y ubicación:

- Durante los últimos momentos de vuelo, la aeronave descendió hasta los 15,934 pies MSL (metros sobre el nivel del mar) al momento del último registro del FDR. En ese punto, la aeronave se encontraba a 15,5 millas náuticas (nm) del umbral de la pista del Aeropuerto Internacional José María Córdova, a una distancia crítica para ejecutar un aterrizaje controlado.
- Este dato resalta la proximidad de la aeronave al destino final en el momento del impacto, lo que aumenta la tragedia del evento, ya que un aterrizaje en las proximidades del aeropuerto podría haber sido posible si se hubieran tomado medidas más rápidas y eficaces.

11. CONSECUENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

El accidente del vuelo **LaMia CP2933** tuvo un impacto devastador, tanto en el ámbito humano como social, dejando una profunda huella en los familiares de las víctimas, la comunidad deportiva y la sociedad en general. De los **77 ocupantes** a bordo de la aeronave, solo **6 sobrevivieron**, quienes, aunque vivieron para contar la tragedia,

presentaron lesiones graves y fueron internados en diversos hospitales durante periodos prolongados.

11.1. Víctimas del accidente:

- **19 jugadores** del equipo de fútbol Chapecoense, quienes viajaban para disputar la final de la Copa Sudamericana en Colombia. Su pérdida significó un golpe devastador para el fútbol brasileño y para los aficionados en todo el mundo.
- **25 miembros del cuerpo técnico y directivos** del club, quienes fueron esenciales para el desarrollo del equipo y el éxito que había alcanzado, dejando un vacío irreparable en la estructura organizacional del club.
- **20 periodistas brasileños**, quienes cubrían el evento deportivo y acompañaban al equipo para narrar la histórica final. Su fallecimiento no solo afectó a sus familias, sino que también interrumpió la labor de periodistas comprometidos con la información y el deporte.
- **7 tripulantes** de la aeronave, quienes eran responsables de la operación segura del vuelo. Su trágica muerte subraya la importancia de la seguridad aérea y la responsabilidad en la operación de vuelos comerciales, especialmente aquellos de alto riesgo como los vuelos chárter.

11.2. Supervivientes:

Los **6 sobrevivientes** que lograron salir con vida enfrentaron lesiones graves, algunas de las cuales requirieron intervenciones quirúrgicas complejas y largas estancias hospitalarias. Muchos de ellos también sufrieron traumas psicológicos derivados de la tragedia. La recuperación física fue solo una parte de su proceso, ya que el impacto

emocional y psicológico de sobrevivir a una tragedia de tal magnitud les dejó secuelas de por vida.

Impacto Social y Internacional:

El accidente no solo fue un golpe para la comunidad deportiva, sino que conmocionó a la sociedad en su conjunto. La tragedia fue seguida por una muestra de solidaridad internacional, donde miles de personas alrededor del mundo enviaron sus condolencias, y se organizaron homenajes públicos y ceremonias conmemorativas. La comunidad futbolística mundial, desde jugadores hasta clubes, unió fuerzas en apoyo a las familias afectadas y al club Chapecoense, que en su duelo perdió a la base de su equipo más querido y prometedor.

Los homenajes fueron tanto en Brasil como a nivel internacional, donde clubes de fútbol, figuras deportivas y aficionados expresaron su respeto por los fallecidos. En particular, los eventos y tributos a las víctimas fueron una muestra del poder de la solidaridad y el sentido de comunidad, que traspasó fronteras.

Lecciones Sociales y Cambios en la Regulación:

La tragedia también impulsó un debate profundo sobre la seguridad en la aviación comercial y los vuelos chárter, lo que llevó a diversas reformas en la regulación y el control de los vuelos operados por compañías aéreas de este tipo. Se reconoció la necesidad de un mayor control estatal y una mejora en las normativas de seguridad en vuelos con altos riesgos, como los vuelos de equipos deportivos o aquellos que transportan pasajeros de gran valor social.

En resumen, las consecuencias humanas y sociales de este accidente fueron profundas y de largo alcance, afectando no solo a las víctimas directas, sino también a una sociedad

que quedó marcada por la pérdida de vidas en una tragedia tan evitable. La tragedia subrayó la importancia de una gestión adecuada de la seguridad en la aviación y el impacto de las decisiones erróneas que pueden llevar a consecuencias fatales.

12. RESPUESTAS Y ACCIONES POSTERIORES

El trágico accidente del vuelo LaMia CP2933 generó una respuesta inmediata de parte de los gobiernos y las instituciones responsables de la seguridad aérea, con el objetivo de esclarecer las causas del accidente y tomar medidas para prevenir futuros incidentes similares. A continuación, se detallan las principales respuestas y acciones emprendidas tras el siniestro:

12.1. Suspensión del Certificado de Operador Aéreo (AOC) de LaMia:

- Como respuesta inmediata al accidente, la **Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)** de Bolivia suspendió de manera **inmediata el Certificado de Operador Aéreo (AOC)** de la aerolínea **LaMia**. Esta medida fue tomada para evitar que la empresa continuara operando bajo condiciones de falta de control y deficiencias en la gestión de seguridad operacional.
- La suspensión del AOC de LaMia fue una acción crucial, dado que la investigación demostró que la aerolínea había violado regulaciones operativas y había llevado a cabo vuelos con deficiencias críticas en la gestión de combustible y procedimientos de seguridad.

12.2. Investigaciones Penales en Bolivia:

- El gobierno boliviano emprendió una serie de investigaciones penales contra funcionarios de la **DGAC** y otros responsables de la aerolínea **LaMia**. Se investigaron posibles negligencias y acciones ilegales que pudieran haber contribuido al accidente, incluyendo la falta de cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y las decisiones erróneas tomadas por los responsables del vuelo.
- La investigación penal se centró en establecer las responsabilidades individuales y colectivas que permitieron que el vuelo se llevara a cabo bajo condiciones inseguras, con consecuencias fatales para los ocupantes.

12.3. Revisión de Políticas de Control para Vuelos Chárter Internacionales:

- Tras el accidente, se inició una revisión exhaustiva de las políticas de control y regulación para los vuelos chárter internacionales en Sudamérica. Los gobiernos de Colombia y Bolivia, así como otras autoridades aeronáuticas internacionales, tomaron medidas para mejorar la supervisión de las aerolíneas que operan vuelos chárter, con énfasis en la gestión de combustible, la seguridad operacional y la capacitación de tripulaciones.
- Se implementaron nuevas normativas que exigen una planificación de vuelos más estricta, con medidas específicas de seguridad y procedimientos de emergencia más rigurosos para vuelos de alto riesgo, como aquellos que transportan equipos deportivos o pasajeros en vuelos no comerciales.

12.4. Mejora de los Protocolos de Declaración de Emergencia:

- La declaración de emergencia por parte de la tripulación fue uno de los aspectos clave que se identificaron como deficientes durante la investigación. Como consecuencia, se trabajó en la mejora de los protocolos de declaración de emergencia por parte de las tripulaciones en la región.
- Se establecieron procedimientos más claros y obligatorios para garantizar que los pilotos declaren emergencias a tiempo, utilizando **los** códigos de emergencia adecuados (como **MAYDAY**) en situaciones críticas. Esto incluye la implementación de programas de capacitación específicos para que las tripulaciones actúen con mayor celeridad y precisión en situaciones de emergencia, lo que podría haber permitido recibir prioridad de aterrizaje y asistencia antes de que los motores se apagaran.

12.5. Acciones Internacionales y Recomendaciones:

- Organismos internacionales como la **Organización Internacional de Aviación Civil (OACI)** y la **Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA)** también revisaron las políticas globales relacionadas con los vuelos chárter y el manejo de riesgos operacionales. En respuesta a la tragedia, se emitieron recomendaciones para mejorar la vigilancia de vuelos chárter y establecer mejores prácticas de seguridad para la aviación comercial en todo el mundo.
- La tragedia del vuelo LaMia subrayó la necesidad de una cooperación internacional más estrecha en el control de las aerolíneas que operan vuelos de

alto riesgo y la capacitación continua de las tripulaciones para gestionar emergencias de manera efectiva.

Las respuestas y acciones posteriores al accidente del vuelo LaMia CP2933 incluyeron medidas inmediatas para suspender la operación de la aerolínea, investigaciones penales en Bolivia, una revisión de las políticas de control para vuelos chárter internacionales y la mejora de los protocolos de emergencia. Estas acciones se diseñaron para abordar las deficiencias que contribuyeron al accidente y evitar tragedias similares en el futuro, tanto en la aviación sudamericana como a nivel internacional.

13. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EMITIDAS

El **Informe Final del GRIAA (Grupo de Investigación de Accidentes Aéreos)** tras la investigación del accidente del vuelo **LaMia CP2933** propuso un conjunto de 11 recomendaciones clave para mejorar la seguridad aérea, especialmente en vuelos no regulares y en situaciones de alto riesgo. Estas recomendaciones buscan prevenir futuras tragedias y mejorar los sistemas de control y gestión operacional en la aviación comercial. Las recomendaciones fueron las siguientes:

13.1. Reforzar la supervisión a operadores de vuelos no regulares:

- Es fundamental aumentar la supervisión y el control sobre los operadores que realizan vuelos chárter y otros vuelos no regulares. Esto incluye verificar rigurosamente los planes de vuelo, la gestión de combustible y el cumplimiento de las normativas operacionales para evitar que se repitan incidentes como el ocurrido con LaMia.

13.2. Garantizar que los planes de vuelo incluyan combustible de reserva, alternos y contingencia:

- Todos los planes de vuelo deben incluir combustible de reserva, alternativo y de contingencia, de acuerdo con las normas internacionales de seguridad. Esta medida asegura que los aviones puedan tomar decisiones de emergencia, como realizar un aterrizaje en un aeropuerto alternativo, en caso de imprevistos.

13.3. Implementar controles automatizados sobre validación de planes de vuelo:

- Se recomienda la implementación de sistemas automatizados que validen los planes de vuelo antes de su aprobación. Estos sistemas deben verificar automáticamente el cumplimiento de las normas de combustible, la autonomía del avión y los requisitos operacionales para evitar la aprobación de vuelos inseguros.

13.4. Fortalecer los procesos de emisión de AOC con auditorías recurrentes:

- Las autoridades aeronáuticas deben fortalecer el proceso de emisión y renovación del **Certificado de Operador Aéreo (AOC)** de las aerolíneas, a través de auditorías recurrentes. Esto garantiza que las aerolíneas cumplan continuamente con los estándares de seguridad y gestión operacional.

13.5. Exigir entrenamiento específico sobre gestión de combustible:

- Se debe exigir entrenamiento especializado a las tripulaciones y al personal de las aerolíneas en la gestión de combustible, incluyendo la planificación y el

monitoreo del nivel de combustible durante el vuelo. Esto ayuda a evitar la situación en la que un avión opere con un combustible insuficiente, como ocurrió en el caso del vuelo LaMia CP2933.

13.6. Establecer medidas disciplinarias ante incumplimientos operacionales:

- Las autoridades deben implementar medidas disciplinarias estrictas para castigar los incumplimientos operacionales. Esto incluye la falta de planificación adecuada, la omisión de procedimientos de seguridad y el incumplimiento de los requisitos de combustible.

13.7. Mejorar la coordinación entre autoridades aeronáuticas sudamericanas:

- Se recomienda fortalecer la coordinación y colaboración entre las autoridades aeronáuticas de Sudamérica, especialmente en países que reciben vuelos internacionales. Esto incluye el intercambio de información sobre operadores de vuelos chárter y la supervisión conjunta de las aerolíneas que operan en la región.

13.8. Incentivar la cultura de seguridad operacional por encima de criterios económicos:

- Las aerolíneas deben ser incentivadas a adoptar una cultura de seguridad operacional que priorice la seguridad de los pasajeros y la tripulación sobre cualquier interés económico. Esto incluye garantizar que las decisiones operacionales no se tomen en función de costos, sino basándose en la seguridad aérea.

13.9. Reentrenar a tripulaciones en procedimientos de declaración de emergencia:

- Es esencial reentrenar a las tripulaciones en los procedimientos de declaración de emergencia para asegurar que comprendan la importancia de declarar la emergencia de forma oportuna. Esto permitirá recibir prioridad de aterrizaje y asistencia en situaciones críticas, lo que podría haber evitado la tragedia del vuelo LaMia CP2933.

13.10 Incrementar la vigilancia sobre los CAMO y servicios de mantenimiento externos:

- Se debe incrementar la vigilancia sobre las organizaciones de mantenimiento y los servicios de mantenimiento externos **(CAMO)**, asegurándose de que sigan estrictos procedimientos de mantenimiento para garantizar que las aeronaves estén en condiciones óptimas de operación. Esto incluye supervisar que los aviones reciban el mantenimiento adecuado en los intervalos correctos.

13.11. Promover una supervisión más estricta sobre operadores con flotas únicas o recursos limitados:

- Las autoridades deben implementar una supervisión más estricta sobre operadores aéreos con flotas únicas o recursos limitados, como LaMia, para evitar que operen fuera de los márgenes de seguridad y sin los recursos necesarios para enfrentar imprevistos operacionales. Esto incluye realizar auditorías frecuentes y

verificar que estos operadores puedan cumplir con los estándares operacionales de seguridad.

14. ANEXOS DETALLADOS

12.1 Trayectoria del vuelo y zonas clave

A continuación, se describe el desarrollo del vuelo del avión **LaMia CP2933** y las posiciones clave de acuerdo con los datos del radar y del Registrador de Datos de Vuelo (FDR):

14.1.1. Despegue:

- **Hora:** 22:18 UTC
- **Ubicación:** Aeropuerto Internacional Viru Viru (SLVR), Santa Cruz, Bolivia
- El vuelo comenzó desde el **Aeropuerto Internacional Viru Viru** en Santa Cruz, Bolivia, con destino al **Aeropuerto Internacional José María Córdova** en **Rionegro, Colombia**. El avión partió a las 22:18 UTC, iniciando su ruta hacia Colombia.

14.1.2. Crucero:

- **Nivel de vuelo:** FL300 (30,000 pies)
- **Velocidad:** 220 nudos
- Durante la fase de crucero, el avión alcanzó una altitud de **FL300** a una velocidad de **220 nudos**. En esta etapa, los pilotos se encontraban gestionando el vuelo,

pero ya se registraron preocupaciones sobre el nivel de combustible, aunque sin tomar medidas correctivas.

14.1.3. Ingreso al espacio aéreo colombiano:

- **Hora:** 00:48 UTC
- **Ubicación:** Vía FIX **ARUXA**
- El avión ingresó al espacio aéreo colombiano aproximadamente a las **00:48 UTC**. La aeronave se encontraba en curso hacia el aeropuerto de destino, en un vuelo sin mayores alteraciones en este momento. Sin embargo, el vuelo sufrió un retraso en la aproximación debido al tráfico aéreo en la zona.

14.1.4. Último nivel de vuelo:

- **Nivel de vuelo:** FL210 (21,000 pies)
- En la fase de espera previa al aterrizaje, la aeronave descendió hasta **FL210** (21,000 pies) y entró en patrón de espera sobre el punto **GEMLI**, debido a la congestión en el aeropuerto de Rionegro y la emergencia de otra aeronave en el área.

14.1.5. Pérdida de motores:

- **Hora:** 02:53 UTC
- A las **02:53 UTC**, se produjo la **pérdida de potencia** en el **motor 3** de la aeronave, seguido de los motores 4, 2 y finalmente el motor 1, debido al agotamiento total

del **combustible**. La aeronave comenzó a perder empuje progresivamente, y en esta etapa ya se encontraba **sin posibilidad de reiniciar los motores**.

14.1.6. Última posición registrada:

- **Altitud:** 15,934 pies MSL (Mean Sea Level)
- **Velocidad:** 115 nudos (CAS)
- A las **02:55:48 UTC**, la aeronave se encontraba a una altitud de 15,934 pies sobre el nivel del mar (MSL), en condiciones de planeo sin potencia. La aeronave volaba a una velocidad de **115 nudos** y estaba descendiendo rápidamente hacia el terreno.

14.1.7. Impacto:

- **Ubicación:** Cerro Gordo, a 8,516 pies de elevación, 10 nm al sur de la pista 01 de SKRG
- **Hora:** 02:59 UTC
- El avión impactó contra el terreno en el Cerro Gordo, a una altitud de 8,516 pies sobre el nivel del mar, a 10 millas náuticas (nm) al sur de la pista 01 del Aeropuerto Internacional José María Córdova (SKRG), en Rionegro, Colombia. El impacto resultó fatal para 71 de los 77 ocupantes, siendo uno de los accidentes más trágicos de la aviación reciente.

14.2. Pérdida de dinero en efectivo del avión

En el informe oficial del accidente no se registra que hubiera dinero en efectivo de gran valor a bordo del avión. Sin embargo, se han reportado **pérdidas económicas**

indirectas millonarias por parte de aseguradoras, clubes deportivos y familiares. La aeronave misma estaba valuada en un estimado de entre **2 y 3 millones de dólares**, aunque era una aeronave antigua (fabricada en 1999) y arrendada por LaMia.

14.3. Valor de la plantilla del Chapecoense (2022 ajustado al accidente)

En 2016, la plantilla completa del Chapecoense tenía un valor estimado en el mercado de **cerca de 18 a 22 millones de dólares**, según datos de Transfermarkt y fuentes deportivas. Entre los jugadores fallecidos se encontraban figuras clave con proyecciones altas en el fútbol brasileño y sudamericano. El seguro de vida y el acuerdo con el club generaron múltiples demandas y compensaciones.

14.4 Transcripción de comunicaciones (CVR y ATC)

Los registros del CVR (Cockpit Voice Recorder) y las comunicaciones con el ATC proporcionaron información clave sobre la gestión del vuelo y las decisiones tomadas por la tripulación durante los momentos críticos antes del accidente. A continuación, se presentan algunos fragmentos clave que revelan el deterioro progresivo de la situación:

Comunicaciones clave del CVR:

- **00:42 UTC:**

"...desviaremos a Bogotá si es necesario..."

La tripulación discutió la posibilidad de desviar el vuelo a **Bogotá**, Colombia, en caso de que el nivel de combustible llegara a ser crítico. Aunque se mencionó la posibilidad de desvío, nunca se tomó la decisión formal de cambiar la ruta o realizar una parada intermedia.

- **02:49 UTC:**

"...solicitamos prioridad para la aproximación, se nos ha presentado un problema de combustible."

A las 02:49 UTC, la tripulación comunicó al **ATC** por primera vez el problema con el **combustible** y solicitó **prioridad de aterrizaje**. En este momento, la situación ya se había vuelto crítica, pero aún no se había declarado una **emergencia de combustible** formalmente.

- **02:52 UTC:**

"...estamos con emergencia de combustible..."

La tripulación informa al **ATC** sobre la emergencia de **combustible**. Sin embargo, este aviso llega demasiado tarde, ya que los motores de la aeronave ya estaban comenzando a apagarse debido al agotamiento total del combustible.

- **02:57 UTC:**

"...falla total eléctrica, total, sin combustible..."

En este momento, la tripulación informa sobre la **falla total eléctrica** y la pérdida total de **combustible**, lo que dejó a la aeronave **sin potencia** y sin capacidad para reiniciar los motores. La aeronave estaba ya en **planeo sin empuje**.

- **02:58 UTC:**

"...vectores, vectores..."

La tripulación solicita **vectores** para intentar llegar a la pista de aterrizaje, pero el avión ya se encontraba en condiciones críticas. El uso de vectores no pudo evitar el impacto, ya que el avión se encontraba fuera de su alcance debido a la falta de energía y la altitud descendente.

14.5 Fotografías y evidencia física

Las imágenes capturadas en el lugar del accidente del vuelo **LaMia CP2933** ofrecen evidencia visual crucial para comprender la dinámica del impacto y las condiciones en que se produjo. Estas fotografías fueron tomadas tanto por equipos de rescate como por investigadores, y reflejan con claridad varios aspectos relevantes del siniestro:

- Restos del fuselaje dispersos en una ladera escarpada
La aeronave impactó en una zona montañosa de difícil acceso, conocida como Cerro Gordo, ubicada a aproximadamente 10 millas náuticas al sur del aeropuerto de Rionegro (SKRG). Los restos del fuselaje quedaron esparcidos en una pendiente empinada, lo que dificultó las labores de rescate. Las partes principales del avión —incluyendo alas, motores, cola y tren de aterrizaje— quedaron separadas a lo largo del área del impacto.
- Ausencia de incendio post impacto
Una de las características más destacadas del lugar fue la ausencia de fuego posterior al impacto, hecho poco común en accidentes aéreos. Esta condición se explica directamente por el agotamiento total del combustible, lo que evitó que se generara un incendio. Este factor fue clave para que algunos ocupantes pudieran sobrevivir al impacto inicial, ya que no hubo llamas que comprometieran su rescate inmediato.
- Marcas de impacto en árboles y terreno
Se observaron huellas físicas del recorrido final de la aeronave, incluyendo árboles derribados, ramas rotas y rastros en el terreno que indican el contacto

progresivo del avión con la vegetación antes del impacto final contra el suelo. Estas marcas fueron utilizadas por los investigadores para determinar la trayectoria final de planeo, así como el ángulo de descenso y velocidad al momento del impacto.

Estas evidencias visuales, junto con los datos obtenidos del CVR, FDR y comunicaciones ATC, permitieron a los investigadores reconstruir con precisión los últimos minutos del vuelo, confirmar la pérdida de potencia por falta de combustible y validar la hipótesis sobre la secuencia de eventos que llevaron al accidente.

14.6 Lista de ocupantes

El vuelo **LaMia CP2933** transportaba a un total de 77 personas a bordo, de las cuales solo seis sobrevivieron. La composición de los ocupantes y la magnitud de la tragedia reflejan el impacto humano del accidente:

Total, de personas a bordo: 77

- **Tripulación: 4**

Incluía al piloto, copiloto, una tripulante de cabina (TCP) y un técnico de vuelo.

- **Pasajeros: 73**

- **Jugadores del club Chapecoense: 19**

Representaban al equipo de fútbol brasileño que iba a disputar la final de la Copa Sudamericana.

- **Cuerpo técnico y directivos:** 25
Integrantes del staff del club, entrenadores, médicos, dirigentes y personal administrativo.
- **Periodistas:** 20
Reporteros, camarógrafos y comunicadores brasileños que cubrían el evento.
- **Otros pasajeros:** 9
Incluían invitados especiales, personal de apoyo y acompañantes.

Supervivientes (6 en total)

- **Jugadores:**
 - **Alan Ruschel:** Lateral izquierdo del equipo; sobrevivió con heridas graves.
 - **Jakson Follmann:** Arquero; sufrió amputación de una pierna.
 - **Helio Neto:** Defensa central; fue rescatado inconsciente con múltiples lesiones internas.
- **Tripulantes:**
 - **Ximena Suárez:** Tripulante de cabina (TCP); sobrevivió con fracturas.
 - **Erwin Tumiri:** Técnico de vuelo; fue encontrado con heridas menores.
- **Periodista:**
 - **Rafael Henzel:** Único periodista sobreviviente; sufrió lesiones torácicas. Falleció en 2019 debido a un infarto mientras jugaba fútbol recreativo.

14.7 Plan de vuelo registrado

El plan de vuelo presentado por la empresa LaMia para el trayecto del **vuelo CP2933** refleja una planificación que, desde su origen, estuvo fuera de los márgenes operacionales seguros establecidos por la normativa aeronáutica internacional. A continuación, se detallan los elementos registrados oficialmente:

- **Origen:** Aeropuerto Internacional Viru Viru (SLVR), ubicado en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- **Destino:** Aeropuerto Internacional José María Córdova (SKRG), en Rionegro, Colombia, próximo a Medellín.
- **Tiempo estimado en ruta (EET):** 4 horas y 22 minutos.
Este tiempo representaba la duración total del vuelo planificado, desde el despegue hasta el aterrizaje programado.
- **Autonomía de combustible declarada:** 4 horas y 22 minutos.
Este dato coincidía exactamente con el tiempo estimado de vuelo, sin contemplar margen adicional de seguridad. Según los reglamentos internacionales (OACI), es obligatorio incluir combustible para posibles contingencias, esperas y un aeropuerto alternativo en caso de emergencia.
- **Nivel de vuelo:** Se registró inicialmente el **FL280** (Flight Level 280, es decir, 28.000 pies), aunque posteriormente fue **modificado a FL300** (30.000 pies), que fue el nivel final utilizado durante la fase de crucero.

La coincidencia exacta entre la autonomía y el tiempo estimado de ruta fue uno de los factores críticos que evidenció una planificación deficiente y contraria a las regulaciones, constituyendo un factor determinante en el desenlace del accidente.

14.8 Análisis comparativo con accidentes similares

El accidente del vuelo LaMia CP2933 guarda similitudes significativas con otros siniestros aéreos ocurridos en décadas anteriores, en los cuales la **gestión inadecuada del combustible** desempeñó un papel crucial. A través del análisis comparativo de estos casos, es posible identificar patrones comunes que contribuyeron a desenlaces fatales o situaciones de emergencia extrema.

14.9. ¿Quiénes están presos por el accidente?

Hasta la fecha, algunas de las personas implicadas enfrentaron procesos judiciales en Bolivia:

- **Gustavo Vargas Gamboa:** Exgerente general de LaMia y piloto retirado de la Fuerza Aérea Boliviana. Fue detenido en 2016 y posteriormente liberado, aunque enfrentó múltiples procesos legales.
- **Gustavo Vargas Villegas:** Hijo del anterior, exdirector de Registro Aeronáutico Nacional en Bolivia. Fue encarcelado por irregularidades en la emisión del certificado de aeronavegabilidad de LaMia.
- Otros funcionarios y empleados también fueron procesados por negligencia o incumplimientos administrativos.

No todos continúan en prisión, y muchos casos han tenido demoras o sobreseimientos.

14.10. Países que negaron licencias a LaMia y por qué motivo

- **Venezuela:** Inicialmente, LaMia fue registrada en Venezuela, pero perdió la licencia operativa por incumplimientos técnicos y administrativos. Las autoridades venezolanas consideraron que la aerolínea no cumplía con los requisitos de seguridad y operatividad para vuelos comerciales.
- **Bolivia:** Aunque obtuvo la matrícula CP-2933 en Bolivia, lo hizo bajo circunstancias poco claras. Posteriormente, se descubrió que operaba con licencias vencidas, sin seguros actualizados y con autorizaciones que involucraban tráfico de influencias.

14.11. Combustible necesario vs. combustible cargado

- **Combustible mínimo requerido:** Para el trayecto **Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) – Medellín (Colombia)**, la aeronave debía llevar **mínimo 9.300 kg (aproximadamente 12.000 litros)** de combustible, incluyendo reserva y alternativo, según normativas internacionales (OACI).
- **Combustible real cargado:** Solo cargó **8.303 kg (alrededor de 10.600 litros)**, lo que no incluía reserva ni combustible para aeropuerto alternativo. Fue exactamente lo justo para llegar al destino, sin margen de error, y cualquier retraso lo haría insuficiente.

Esto fue una violación directa de las normas aeronáuticas internacionales y una de las causas determinantes del accidente.

15. CASOS RELEVANTES:

1. Avianca Vuelo 52((1990):

La aeronave, en ruta de Bogotá (Colombia) a Nueva York (EE.UU.), agotó su combustible tras permanecer en patrón de espera durante un largo período debido al tráfico aéreo. La demora en declarar la emergencia ante el control de tráfico aéreo (ATC) impidió que se le diera prioridad de aterrizaje, lo que resultó en la pérdida total de propulsión y posterior accidente en las cercanías de Nueva York.

2. Air Transat Vuelo 236 (2001):

Este vuelo transatlántico entre Toronto (Canadá) y Lisboa (Portugal) sufrió una fuga masiva de combustible causada por una instalación incorrecta de una pieza. A pesar del problema, la tripulación logró realizar un planeo de más de 100 km sin propulsión, aterrizando de emergencia en las Azores. Afortunadamente, no hubo víctimas mortales, pero se trató de un caso crítico de gestión de contingencias en vuelo.

3. Tuninter Vuelo 1153 (2005):

El accidente se produjo cuando la aeronave sufrió una pérdida de potencia debido a que se había cargado un tipo incorrecto de indicador de combustible, perteneciente a otro modelo de avión. Esto provocó que los pilotos creyeran tener más combustible del que realmente disponían. El avión cayó al mar Mediterráneo, causando la muerte de 16 personas.

16. FACTORES COMUNES IDENTIFICADOS:

En estos y otros casos similares, los informes finales de investigación coincidieron en varios elementos clave que contribuyeron a la gravedad de los eventos:

- **Comunicación ineficiente con el ATC:** La falta de claridad, precisión o prontitud en informar la gravedad de la situación redujo las posibilidades de asistencia efectiva desde tierra.
- **Toma tardía de decisiones críticas:** La reticencia a declarar una emergencia o a desviarse del plan de vuelo original llevó a una pérdida de tiempo valioso.
- **Falta de preparación ante contingencias:** En todos los casos, se evidenció una insuficiente previsión ante situaciones no planificadas, especialmente relacionadas con el combustible.

Estos antecedentes refuerzan la importancia de la formación continua de tripulaciones, la aplicación estricta de los protocolos de seguridad operacional y una comunicación oportuna ante cualquier indicio de emergencia en vuelo.

17. REFLEXIONES FINALES Y CIERRE DE EXPOSICIÓN

El accidente del vuelo LaMia CP2933 constituye un hito doloroso en la historia de la aviación latinoamericana contemporánea. No se trató simplemente de un error técnico o de una falla puntual, sino de un evento profundamente complejo en el que convergieron múltiples factores humanos, organizacionales y regulatorios. Su magnitud no solo fue medida por la trágica pérdida de vidas humanas, sino también por la sacudida que

provocó en la opinión pública, en los sistemas de aviación civil de la región y en el discurso sobre la seguridad aérea.

Este suceso nos obliga a reflexionar más allá de las cifras y los procedimientos. Expone con crudeza las consecuencias de una cultura organizacional permisiva, en la que las presiones comerciales y la negligencia administrativa superaron a los principios fundamentales de seguridad. La tripulación, a pesar de su experiencia, no actuó con la diligencia necesaria; la aerolínea operó al margen de la legalidad; y el sistema regulador, que debía velar por el cumplimiento de las normas, no ejerció el control que le correspondía.

Más allá del ámbito técnico, este accidente se convierte en una advertencia moral y profesional. Reafirma la necesidad de transformar la manera en que se conciben las operaciones aéreas en América Latina. Se requiere una evolución urgente hacia una cultura de seguridad operacional proactiva, ética y centrada en la prevención, donde cada decisión tomada por una aerolínea, un piloto o un funcionario tenga como eje central la protección de vidas humanas.

Que el recuerdo de las víctimas, muchas de ellas jóvenes promesas del deporte, periodistas, técnicos y trabajadores, no quede reducido al dolor de una tragedia pasada. Que su memoria nos inspire a renovar el compromiso con la vida, con la responsabilidad profesional y con la integridad en cada aspecto del quehacer aeronáutico. El cambio es posible, pero solo si va acompañado de conciencia, voluntad y acción decidida.

17.1 Reacciones Gubernamentales

La respuesta oficial del Gobierno de Brasil fue rápida y emotiva. El entonces presidente Michel Temer decretó tres días de duelo nacional, un gesto que reflejó la magnitud del dolor que embargó al país. Asimismo, once ciudadanos colombianos fueron condecorados por su valentía y humanismo, tras participar activamente en las tareas de rescate y asistencia a los sobrevivientes. En Colombia, la Alcaldía de Medellín suspendió el tradicional encendido del alumbrado navideño como muestra de respeto y luto colectivo. Además, se organizó un homenaje masivo en el Estadio Atanasio Girardot, que reunió a miles de personas en una vigilia conmovedora cargada de emociones y solidaridad binacional.

17.2 Reacciones en el Mundo del Deporte

El mundo deportivo también respondió con profundo pesar. Durante días, los eventos deportivos en distintas disciplinas incluyeron homenajes y minutos de silencio. En la NBA, equipos como los New York Knicks rindieron tributo a las víctimas antes de sus encuentros. Por otro lado, el equipo argentino de tenis, reciente campeón de la Copa Davis, dedicó su triunfo a Chapecoense y fue recibido en la Casa Rosada, donde el presidente argentino expresó su solidaridad con Brasil. Las imágenes del escudo del club Chapecoense proyectado en estadios, camisetas y pancartas alrededor del mundo dejaron en claro que esta tragedia trascendió fronteras.

17.3 Reacciones del Sector Aeronáutico

Diversas aerolíneas también se movilizaron. Avianca, en particular, ofreció apoyo logístico, médico y psicológico a los familiares de las víctimas, incluyendo el traslado de personal médico desde Brasil hasta Medellín para colaborar en los procesos de identificación y atención humanitaria. Esta respuesta fue valorada positivamente por la opinión pública, en contraste con la dura crítica que recibió la aerolínea LaMia por su responsabilidad directa en el siniestro.

18. RECOMENDACIÓN

Se recomienda implementar sistemas de auditoría forense periódica en las empresas de aviación, especialmente en aquellas que operan vuelos chárter, para verificar el cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y control de operaciones. Además, se debe fortalecer la supervisión estatal con auditorías independientes y promover una cultura organizacional que priorice la seguridad operacional sobre los intereses económicos. Solo con un enfoque preventivo y ético en la gestión aeronáutica se podrá evitar que se repitan tragedias como la del vuelo LaMia CP2933.

15. BIBLIOGRAFIA

- <https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/investigacion/listado%20de%20accidentes%202016/COL-16-37-GIA%20CP2933.pdf?> - "[PDF] COL-16-37-GIA - Aerocivil"
- <https://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/Aeron%C3%A1utica-Civil-presenta-informe-final--sobre-accidente-a%C3%A9reo-de-la-empresa-LaMia.aspx?> - "Aeronáutica Civil presenta informe final sobre accidente aéreo de la aerolínea LaMia"
- <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38229947> - **Tragedia del Chapecoense: detienen en Bolivia al director y dos trabajadores de Lamia, la compañía dueña del avión accidentado en Colombia**
- <https://www.hangarx.com.ar/2018/04/lamia-2933-informe-final-accidente-chapecoense/?> - "LAMIA 2933 - Informe final sobre la tragedia del Chapecoense"
- https://www.hangarx.com.ar/noticias/page/321/?fbclid=PAAaZvGq1MUbynVW0nHcUyFJBRde0Q3hciPaROCP_3-4p1mSOieJuuxVWD6aA& **Noticia de Aviación? Últimas Noticias Aéreas de Hoy | HANGAR X"**
- <https://panampost.com/karina-martin/2016/12/05/bolivia-corrupcion-lamia/> - **Bolivia investiga corrupción en concesión de licencia a LaMia – 05/12/16**
- <https://id.scribd.com/document/597142773/INFORME-ACCIDENTE-DE-CHAPECOENSE-23?> - "Informe Accidente de Chapecoense 23 | PDF | Aeronave - Scribd"

- https://www.transfermarkt.us/chapecoense/startseite/verein/17776/saison_id/2016
- **6 - Pantilla del Chapecoense 2016/17 -**
- <https://www.univision.com/noticias/accidente-aereo/informe-final-sobre-el-accidente-del-avion-de-lamia-confirma-la-falta-de-combustible-como-causa-de-la-tragedia> - **Informe final sobre el accidente del avión de LaMia”**
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Vol_LaMia_2933 - **"Vol LaMia 2933"**

16. ANEXOS



Restos del Avion LaMia – Published 2016



Foto de los Jugadores y Técnicos del Equipo Chapecoense



Forenses en Buscas de restos de los pasajeros



Restos del Avión